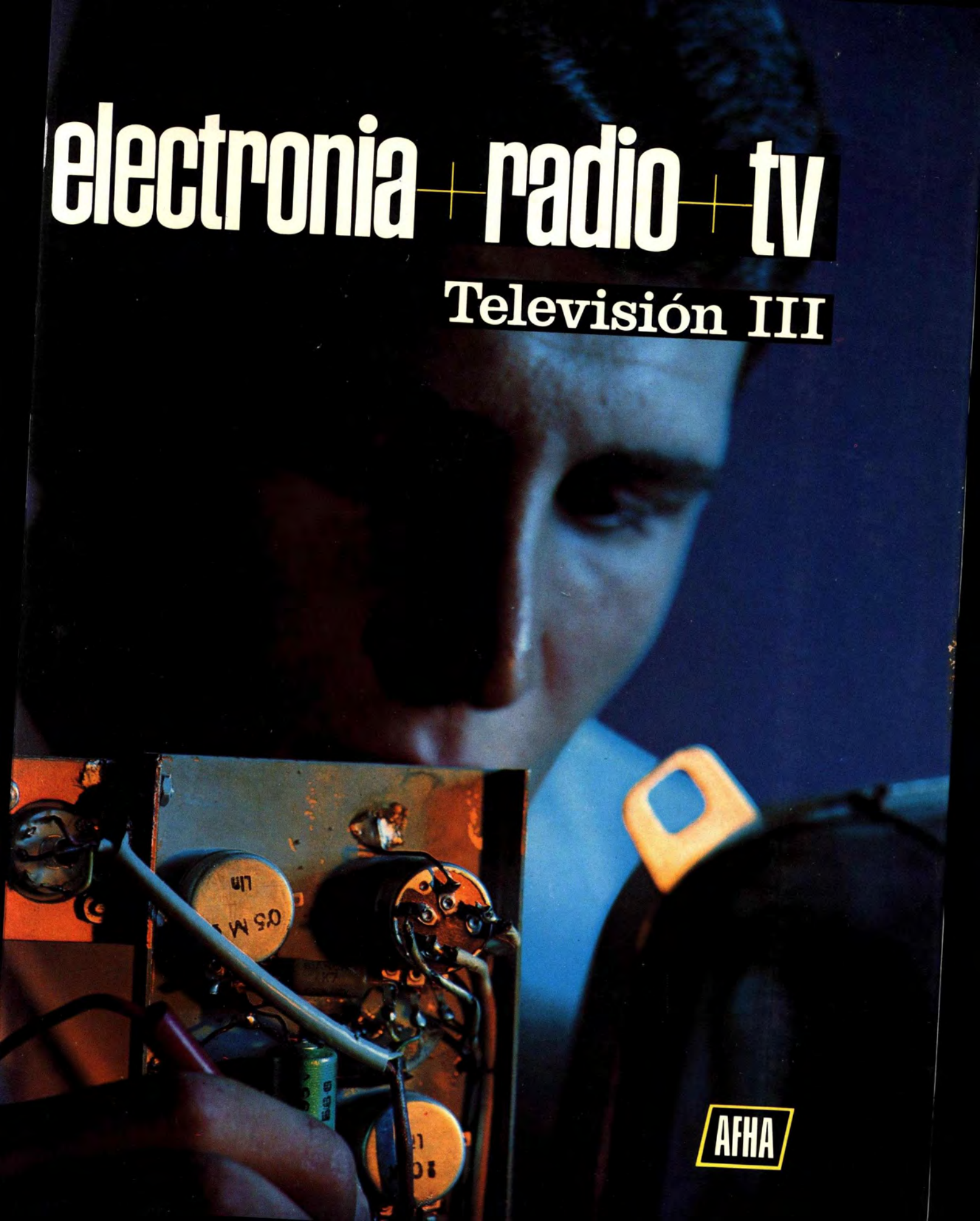
electronia + radio + tv

Televisión III



AFHA

electronia + radio + tv

método especialmente ideado para aprender por sí mismo

electronia + radio + tv

tomo XII

televisión III

AFHA

el método de

electronia radio tv

comprende los siguientes títulos:

Tomo I	**Teoría y montajes iniciales**
Tomo II	**Válvulas de vacío. Electrometría teórico-práctica**
Tomo III	**Detectores. Osciladores. Amplificadores**
Tomo IV	**Amplificadores B.F. Altavoces. Válvulas amplificadoras**
Tomo V	**El superheterodino de AM**
Tomo VI	**Receptores de frecuencia modulada**
Tomo VII	**Transistores**
Tomo VIII	**Alta fidelidad**
Tomo IX	**Instrumentos de medida**
Tomo X	**Televisión (I)**
Tomo XI	**Televisión (II)**
Tomo XII	**Televisión (III)**

© AFHA Internacional, S.A.
c/. Maestro Nicolau, 4 Barcelona (21)
Decimoquinta edición: Primer trimestre 1981
Depósito Legal: B. 5.730-1975 (XII)
ISBN: 84-201-0274-1 Obra completa
ISBN: 84-201-0277-6 Tomo 12
Impreso en España
Printed in Spain
Impreso por EMOGRAPH, S.A.
Almirante Oquendo, 1-9 Barcelona (20)

prólogo

En el primer volumen de televisión penetramos en los fundamentos y fenómenos básicos que han permitido esta realidad cotidiana y que sin su conocimiento nos parecería tan asombrosa. Desde luego ello ha sido posible gracias a los conocimientos previamente adquiridos sobre electrónica básica y radiorrecepción.

En el segundo volumen aplicamos las posibilidades de la electrónica tanto en circuitos como en componentes para lograr realizar las funciones requeridas en cada etapa de la recepción siguiendo básicamente la señal.

Lógicamente, el estudio de todas las etapas era imposible que tuviera cabida en un solo volumen. Por ello, en este tercer tomo continuamos empeñados en dicho objetivo.

Una vez más recordamos que aunque las técnicas tratadas y los componentes ofrecidos sean los más modernos lo importante es el conocimiento claro de la necesidad y funciones de cada circuito, etapa o dispositivo.

Dentro de los circuitos estudiados en este tercer volumen destacamos algunos que son propios y exclusivos de la televisión en color. A ellos dedicaremos especial atención. Otros circuitos, aunque sean comunes al color y al blanco y negro, son fundamentales para el buen logro de la imagen reproducida, y finalmente otros no corresponden al recorrido de la señal recibida (a este recorrido podríamos llamarle «circuito vital»). Sin embargo, a pesar de tener funciones accesorias complementarias, son esenciales y constituyen las herramientas para la buena transformación de la señal hasta su realidad de imagen visible.

Las explicaciones no son esencialmente matemáticas, aunque se incluye algún cálculo que expone la aplicación de los fundamentos importantes, como son los casos de los amplificadores de banda ancha para los amplificadores de FI video, los casos y problemas de las señales de crominancia para la TV-Color, etc. Sin embargo, en el aspecto práctico continuamos la exposición teniendo en cuenta los elementos comercializados y las fotografías de componentes reales con objeto de no apartarse nunca de que el esfuerzo de este curso de TV se traduzca en un fruto concreto y tangible.

Dentro del criterio expuesto en el párrafo anterior hemos dedicado una lección a la técnica de TV en circuito cerrado por ser una aplicación profesional en plena expansión y muy importante para quienes busquen o tengan la oportunidad de dedicarse a ella. Otras consideraciones prácticas muy concretas son la descripción de las normas para lograr un buen montaje de un televisor, así como las normas absolutamente necesarias para su ajuste y reparación. En efecto, no basta terminar el montaje de un televisor para obtener una imagen correcta y que ésta se mantenga así indefinidamente. Es necesario también saber ajustar los circuitos para conseguir dicha imagen y una vez obtenida saber dónde actuar cuando se produzca algún fallo.

índice

Lección 68 - página 1

TELEVISIÓN 13. Desarrollo y circuitos de la señal de video. Introducción. El amplificador de video; polaridad de la señal de video; pureza de la señal de video; número de pasos amplificadores de video; el amplificador RC de video; compensación de alta frecuencia de video; compensación en baja frecuencia de video; número de pasos del amplificador RC; inconvenientes del amplificador con acoplamiento por resistencia capacidad; significado de la componente continua y de su pérdida; reinserción de la componente continua; diodo restaurador en paralelo; los impulsos de regeneración; control manual de brillo; amplificador de video de acoplamiento directo; control de definición y contraste; control automático de brillo y contraste; circuitos prácticos de amplificadores de video. El amplificador de video transistorizado; ganancia y ancho de banda; número de transistores; paso de entrada de video; componente continua de video; supresión del retorno; control de brillo o de luminancia; regulación de contraste; paso final de video; amplificadores de video transistorizados actuales.

Lección 69 - página 33

TELEVISIÓN 14. Estudio de los diferentes circuitos de control automático de ganancia (CAG). El control automático de ganancia; clasificación de los circuitos de CAG; CAG retardado; CAG amplificado; CAG llaveado o por impulsos; ventajas de un CAG llaveado o por impulsos. Control automático de ganancia con transistores; CAG con transistores en circuitos prácticos. Los sincronismos; separación de los impulsos de sincronismo; separador de sincronismos por diodo; separador de sincronismos por triodo; eliminación de las perturbaciones parásitas; separador de sincronismo por pentodo; selección de los impulsos sincronizadores; circuito diferenciador; circuito integrador. Aplicación de los transistores en la separación de sincronismos; separación de los impulsos de sincronismo con transistores; selección de los impulsos de sincronía en circuitos transistorizados; defasador.

Lección 70 - página 57

TELEVISIÓN 15. Los circuitos de crominancia de la televisión en color. Crominancia. Crominancia: compatibilidad entre TV-Color y la TV en blanco y negro; la mezcla aditiva de colores; reproducción de una imagen en blanco y negro por el tubo de la imagen de color; condiciones de trabajo del tubo de imagen de color; reproducción de una imagen de color por medio del tubo de «máscara perforada». Señales que se transmiten en una emisión en color; obtención de los videos para la transmisión en color; coordenadas (R-Y) y (A-Y) de crominancia; diagrama vectorial de tensiones senoidales. Codificación completa de video-color, sistema NTSC; el transmisor de color; diagrama de bloques; ejemplo. El receptor de TVC-NTSC.

Lección 71 - página 81

TELEVISIÓN 16. Principales características del sistema PAL. El sistema PAL; la señal de video NTSC; la señal de video PAL; formación de las señales de video en el sistema PAL; el receptor PAL; línea de retardo PAL; línea de retardo en el circuito de separación de (R-Y) y (A-Y); el sistema SECAM; identificación de (R-Y) y (A-Y); obtención simultánea en cada línea de (R-Y) y (A-Y); línea de retardo; conmutador SECAM.

Lección 72 - página 93

TELEVISIÓN 17. Circuitos de deflexión vertical o de cuadro. Generadores en dientes de sierra. a) Carga y descarga de un condensador; b) Oscilador de bloqueo, como generador de diente de sierra; c) El integrador de Miller como generador de dientes de sierra; d) Multivibrador como generador de dientes de sierra; montaje transitrón. Etapas amplificadoras. Etapa final; diversas formas de conectar la etapa de salida. Circuitos de corrección. Circuitos prácticos. Sincronismos. Separación de la señal de sincronismo vertical. Necesidad de los impulsos de igualación y preigualación. Integración múltiple. Sincronismo vertical; sincronismo automático de cuadro.

Lección 73 - página 125

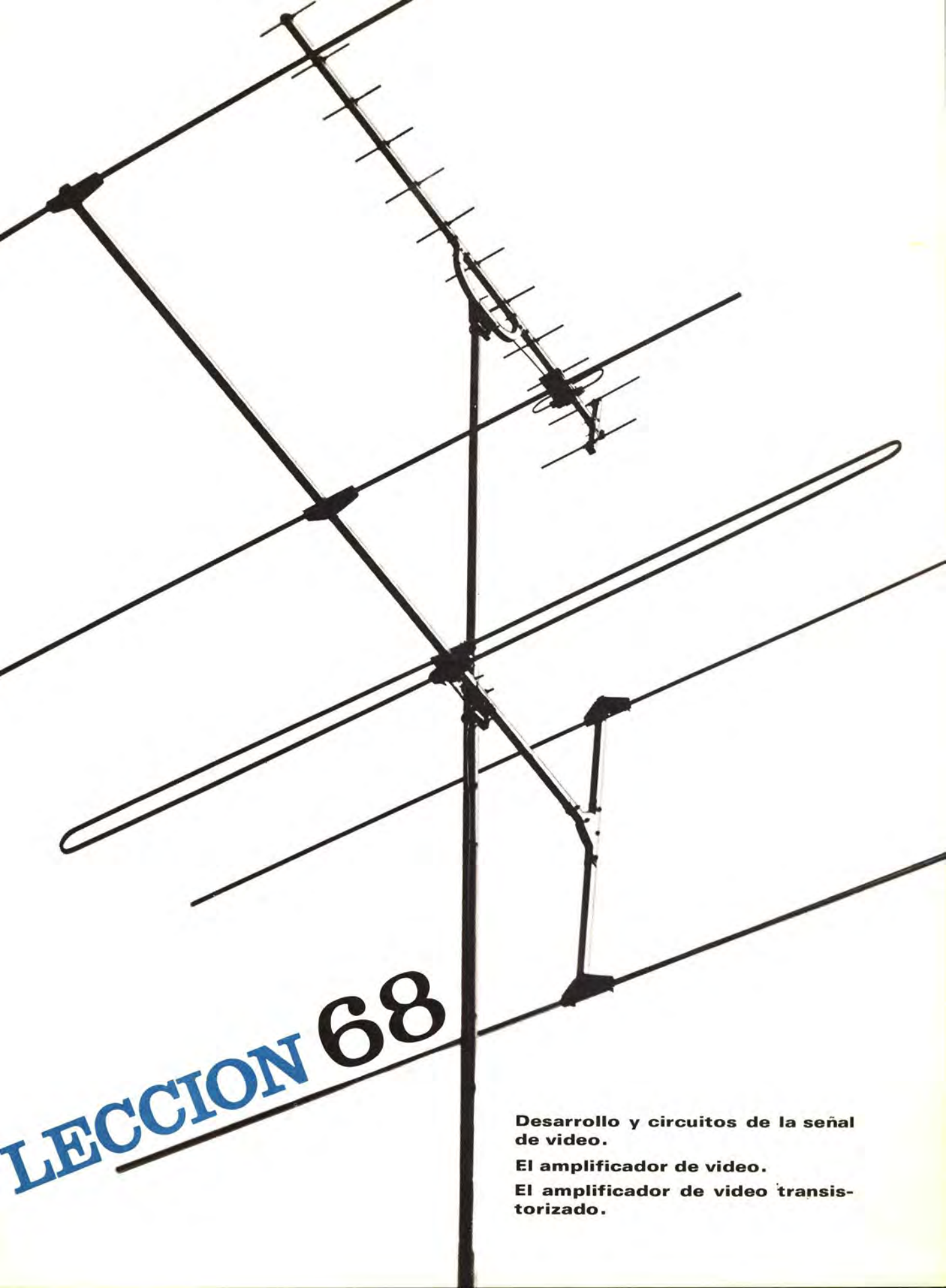
TELEVISIÓN 18. Circuito de desviación horizontal o de línea. Introducción; características de este diente de sierra; oscilador con sincronismo automático; el comparador; el circuito de reactancia; el oscilador de frecuencia de líneas (15.625 ciclos/seg.); el comparador de frecuencia y fase; ajuste de comparador; filtro del comparador de frecuencia y fase; la válvula de reactancia; el oscilador de frecuencia de línea; circuito final de línea; principio del transformador de salida horizontal; funcionamiento de la válvula final de línea; circuito de MAT; control de amplitud horizontal; control de linealidad horizontal; tensión de enfoque; impulsos de borrado; circuito de desviación horizontal transistorizado; comparador de frecuencia y fase; circuito de reactancia; oscilador de líneas (f = 15.625 Hz); circuito final de salida o de línea.

Lección 74 - página 149

TELEVISIÓN 19. Principio y aplicaciones de la televisión en circuito cerrado. Televisión privada; seguridad y rapidez; la instalación de «circuito cerrado»; la telecámara. Telecámara Vidicón. Telecámara Orticón; consideraciones para la elección adecuada de la cámara; componentes de la telecámara; dispositivos de giro. La telecámara Plumbicón; las telecámaras para TVCC en color; el magnetoscopio o registrador de video; ventajas del registrador de video; el telecinema; tablero de mandos; el monitor. Dos sistemas distintos; otros dispositivos de control y aplicación de la señal de video en TVCC; osciloscopio monitor de forma de onda; modulador de video y audio; amplificador de distribución; generador de subportadora y codificador para TVCC-Color; el analizador de punto móvil para TV-Color; el proyecto de televisión para grandes pantallas o la televisión por proyección. Aplicaciones de la TVCC; seguridad; omnipresencia; rapidez; posibilidades de mostrar simultáneamente a más personas una misma cosa; posibilidades de estar al mismo tiempo en dos lugares diferentes; pero, en definitiva, ¿cuánto cuestan estas maravillas?

Lección 75 - página 181

TELEVISIÓN 20. Puesta en marcha y ajuste de un receptor de TV. Puesta en marcha; funcionamiento con señal; geometría de la imagen; el televisor híbrido y el transistorizado; puesta a punto de la imagen; control de tensiones; control oscilográfico; generador de barras «Mira»; generador de barras vesticales; generador de barras horizontales; oscilador modular de RF; montaje; calibrado; funcionamiento; ajuste de un televisor.



LECCION 68

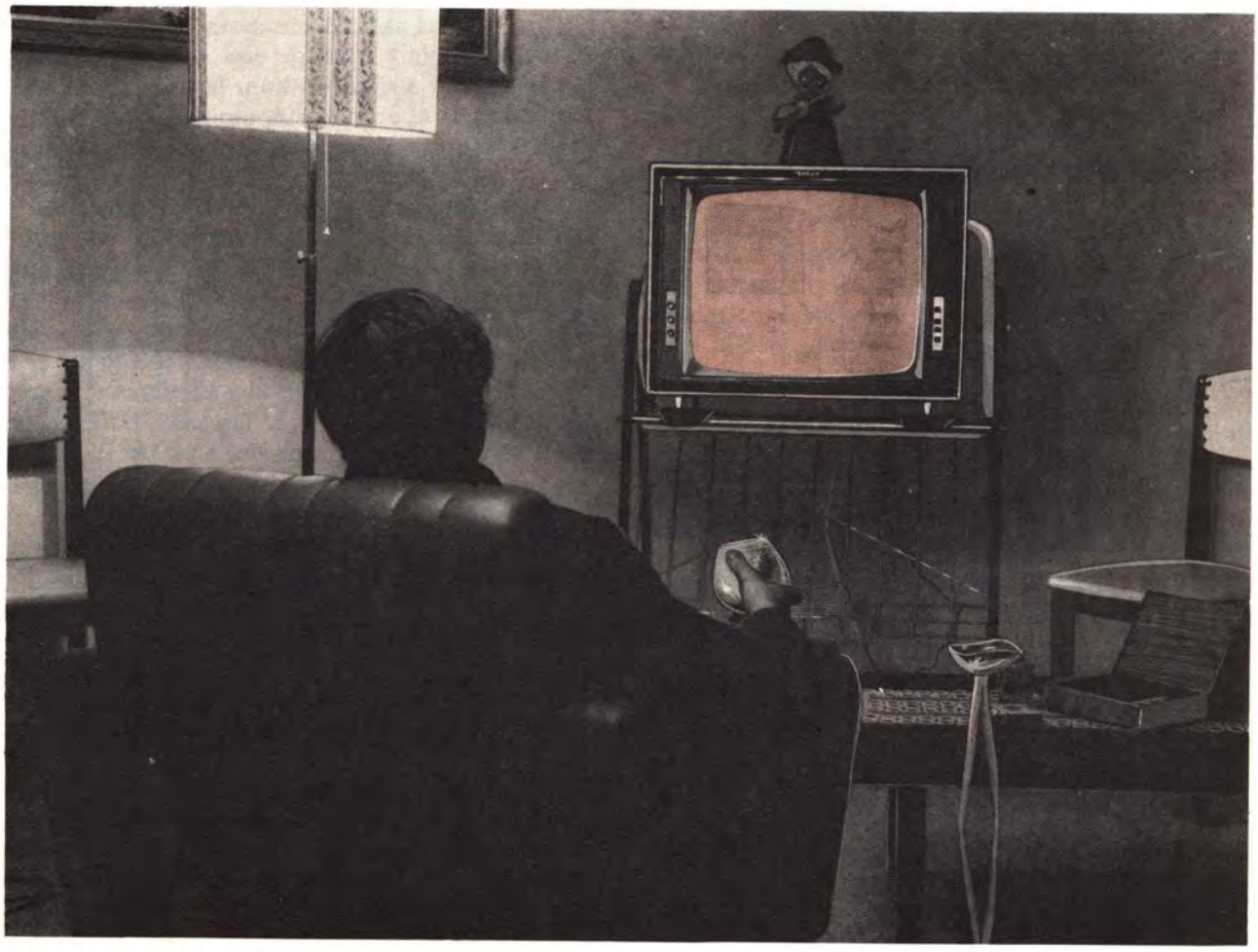
Desarrollo y circuitos de la señal de video.

El amplificador de video.

El amplificador de video transistorizado.

televisión 3

DESARROLLO Y CIRCUITOS DE LA SEÑAL DE VIDEO



INTRODUCCION

En las lecciones anteriores seguimos la señal de televisión desde la antena, pasando por el selector-sintonizador de VHF/UHF, amplificador de FI, detector de video/convertidor de FI sonido, y luego al canal de sonido hasta el altavoz. En esta lección seguiremos la señal de video, obtenida en el detector, hasta aplicarla al tubo de imagen; con ello habremos completado todo el ciclo de la señal desde el transmisor hasta obtener el fin último de la televisión; es decir, contemplar una escena viviente a muchos kilómetros de distancia, a través del éter.

Los demás circuitos del televisor son auxiliares: la unidad de alimentación que ya conocemos; los circuitos de sincronía, que nos permitirán estabilizar la imagen con la que se está transmitiendo en cada instante (explorar en el televisor la pantalla simultáneamente con la exploración efectuada por la cámara tomavistas) y los circuitos del tubo de imagen y de muy alta tensión del mismo necesarios para su funcionamiento.

La figura 1 nos recuerda y resume perfectamente todas estas funciones en los circuitos básicos del televisor.

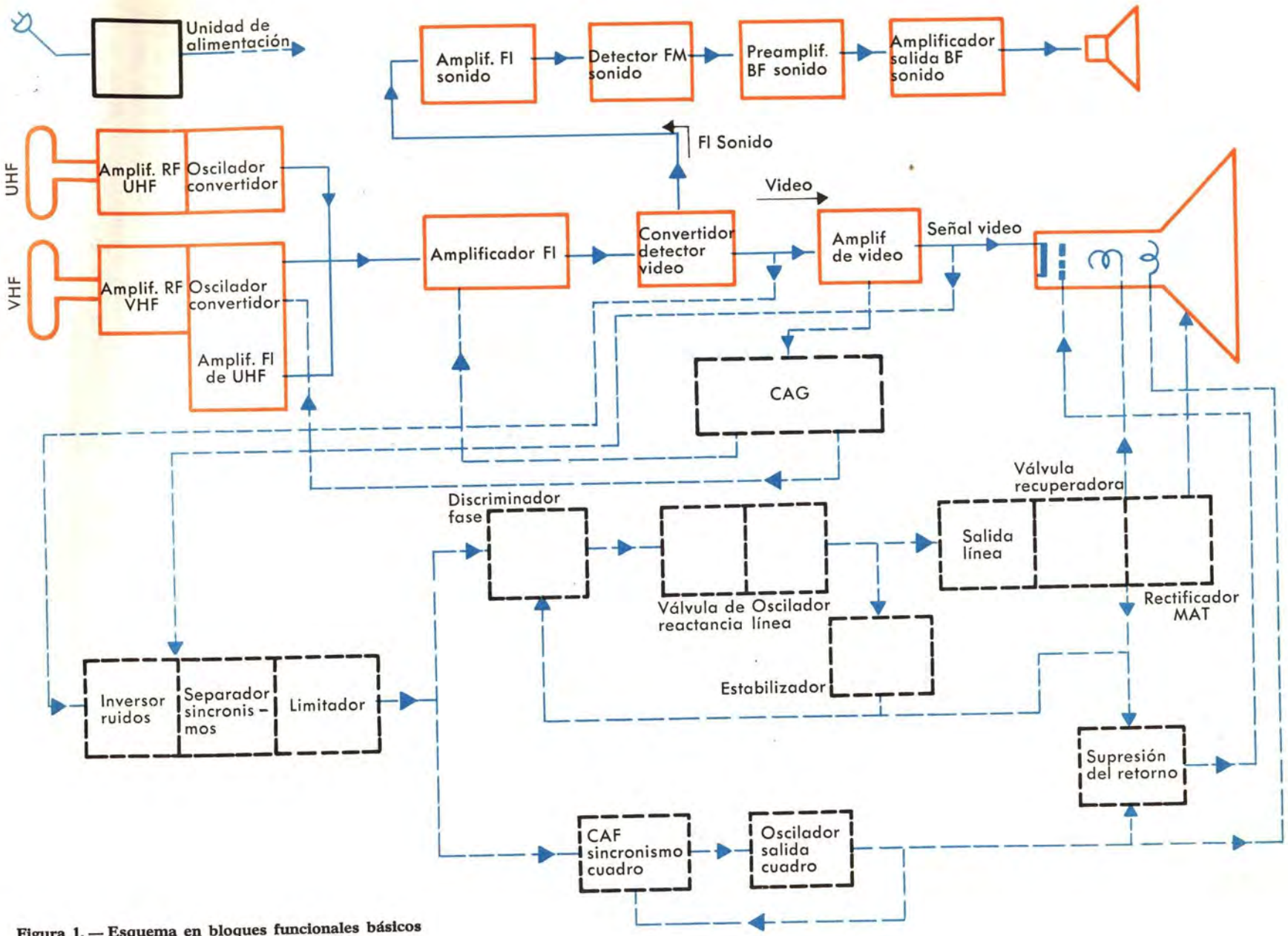


Figura 1. — Esquema en bloques funcionales básicos de un televisor.

EL AMPLIFICADOR DE VIDEO

En la descripción del detector de video indicamos que en dicha etapa se separaban fundamentalmente todas las informaciones de la señal de TV, una de las cuales —la del sonido— ya seguimos en la lección anterior hasta su efecto último en el altavoz.

Otra señal obtenida en el detector es la de imagen o señal de VIDEO y ésta ya ha sido demodulada en el citado detector. En esta lección analizaremos el circuito que permite aplicar adecuadamente esta señal al tubo de imagen y, así, obtener en él el efecto último buscado de la reproducción de la imagen que está televisando el operador con su cámara tomavistas.

La tensión que se dispone a la salida del detector de video no tiene la suficiente amplitud para excitar el tubo de imagen. Ya dijimos al describir los amplificadores de FI video que se llegaba al detector con una amplitud de señal pico a pico, por lo menos de unos 5 V; en cambio, para conseguir la perfecta modulación del TRC se necesitan unos 60 V, como mínimo, según sea el tipo de tubo de imagen, llegando algunos a trabajar incluso con tensiones moduladas de 80 V.

Además hay que tener en cuenta que de los 5 V que entran en el detector se obtiene tan sólo un 30 % útil, debido al bajo rendimiento conseguido en la detección. Con ello después de la detección sólo tendremos como máximo 1,5 V. Es evidente entonces que para llegar a los 60 V se deben prever pasos de amplificación por lo menos de 60/1,5 = 40 veces, que constituyen el llamado AMPLIFICADOR DE VIDEO.

La característica principal que presentan estos amplificadores de video es que deben poseer una respuesta muy plana en un amplio rango de frecuencias, extendido desde los 30 Hz hasta los 5 MHz. Para que el amplificador presente una ganancia uniforme, dentro de esta ancha banda de frecuencias, deben emplearse circuitos amplificadores con resistencia y capacidad, incluyendo dispositivos compensadores, tanto para las bajas frecuencias como para las altas.

Pero recordemos que los amplificadores a resistencia acoplan la señal al paso siguiente por medio de una capacidad, la cual impide el paso de la corriente continua de alimentación a la rejilla del paso siguiente, permitiendo únicamente el paso de la componente alterna o corriente variable de modulación.

En la detección hemos visto que obteníamos una componente continua y unas crestas variables de la señal de video, así como la nueva frecuencia media de sonido, y finalmente unos pulsos de sincronismo. En la descripción del amplificador de video sólo nos interesa analizar la componente continua, las crestas de video y los pulsos de sincronismo. Con el acoplo por capacidad se consiguen todas las componentes variables, pero se pierde la componente continua.

Todas estas particularidades de la amplificación de señales de video, que ahora apuntamos inicialmente, hacen que se deba estudiar con detalle el tipo de acoplamiento más idóneo para este circuito.

Polaridad de la señal de video

Recordemos que la señal compuesta de video, obtenida después de la detección, es de polaridad única *positiva o negativa*, según la norma de modulación de la señal que se recibe, pues en la norma CCIR se modula con polaridad negativa, y en otros países, como por ejemplo Francia e Inglaterra, la modulación es positiva.

Así, según sea la modulación del sistema el detector debe conectarse de forma que dé una señal cuya polaridad pueda aplicarse correctamente al tubo de imagen. En éste el haz electrónico puede modularse aplicando la tensión de video, tanto a la rejilla de mando como al cátodo; de forma que, según sea el diseño que se haya proyectado para un determinado circuito, en busca de los elementos electrónicos de que se dispone, veremos televisores comerciales con la señal de video aplicada a la rejilla y en otros aplicada al cátodo, *respetando siempre la polaridad conveniente*, tal como indican las figuras 2 y 3, es decir, la polaridad negativa del detector para modular el TRC en rejilla, y la polaridad positiva para modular el TRC por el cátodo. En cualquiera de los casos, el efecto es el mismo, pero, por razones que veremos en el transcurso de estas lecciones, se prefiere la modulación por cátodo, porque presenta una capacidad con relación a masa más reducida que la de rejilla.

La polaridad de la señal compuesta que se aplica a la rejilla siendo negativa, cada máximo de la señal, corresponderá al tono oscuro o negro del objeto televisado, y el nivel de bloqueo debe coincidir con dicha tensión negativa instantánea de rejilla, que reproduce la imagen en negro, y la suprime al extinguirse la pantalla. En cambio, las amplitudes menores de la señal corresponden a tonalidades, y finalmente el mínimo de amplitud da el blanco.

Ahora bien, si la señal compuesta se aplica al

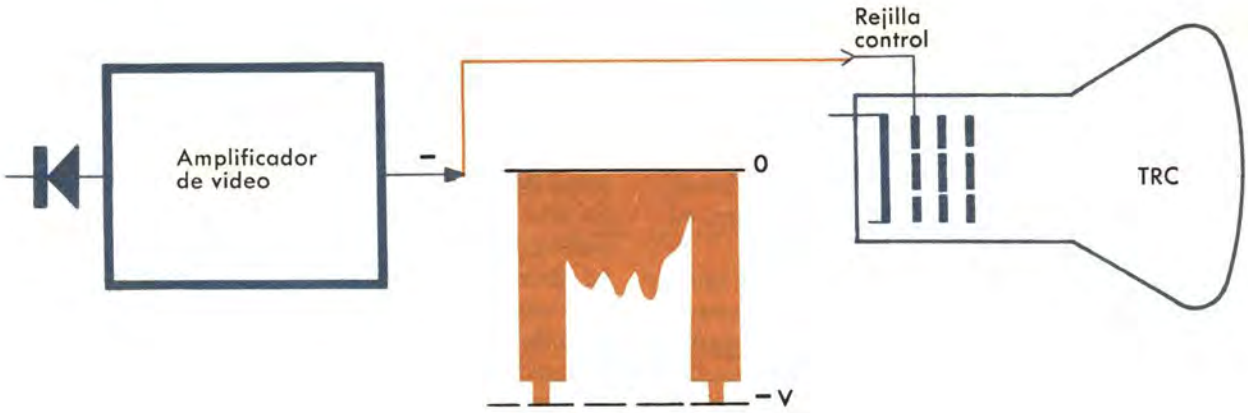


Figura 2. — Si la señal de video se aplica a la rejilla del tubo de imagen, el detector debe conectar de forma que dicha señal sea de polaridad negativa.

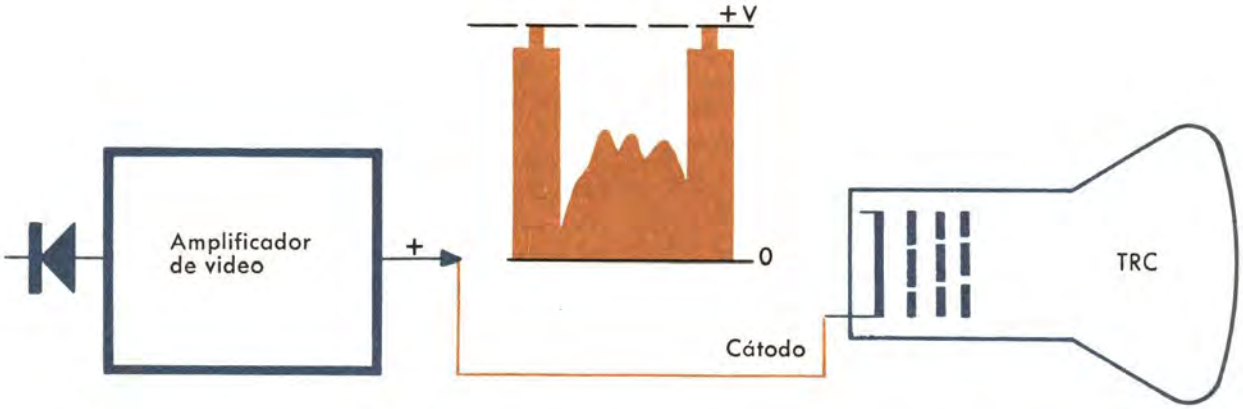


Figura 3. — Si la señal de video se aplica al cátodo del tubo de imagen, el detector debe conectarse de forma que a su salida se obtenga dicha señal con polaridad positiva. Este es el sistema preferido.

cátodo en lugar de la rejilla, la polaridad de la señal deberá ser positiva, produciéndose los mismos efectos antes citados.

En la figura 4 hemos representado gráficamente los dos instantes correspondientes a la máxima y mínima tensión de video; es decir, cuando la pantalla queda completamente negra, o bien completamente blanca, para el caso de que el tubo de imagen esté modulado por el cátodo. Cuando la pantalla está completamente negra, la tensión de cátodo es máxima, y viceversa.

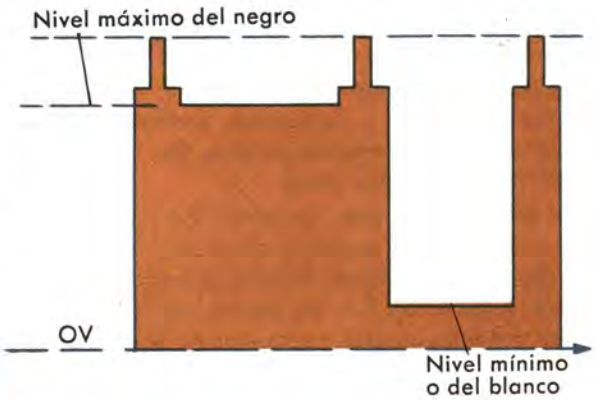


Figura 4. — Señal de video positiva aplicada al cátodo del tubo de imagen. Observamos que el nivel de modulación es máximo entre los dos primeros impulsos de sincronismo y corresponden al negro; al contrario, el nivel de modulación siguiente (entre los impulsos 2.° y 3.°) es mínimo y corresponde al blanco.

Pureza de la señal de video

Con el fin de obtener un buen rendimiento en la detección, la señal de video que debemos amplificar debe estar exenta de perturbaciones de cualquier índole y permitir una respuesta lineal a todas las frecuencias de video antes citadas.

Los problemas que se presentan en la eliminación de las componentes de alta frecuencia de FI en el detector de video son delicados y complejos por la cantidad de factores a considerar, en virtud de que no es muy grande la diferencia de frecuencia entre las componentes de frecuencia más elevada de la señal de video y el valor de frecuencia de la portadora de FI. Ello dificulta mucho la eliminación de la componente RF de FI y repercute indiscutiblemente en el rendimiento de la detección. Con un buen diodo detector de germanio, el rendimiento de la detección no es constante para toda la amplitud de la tensión detectada, disminuyendo rápidamente por debajo de los 250 mV.

Ya expusimos la forma en que se conseguía —por heterodinaje— la nueva frecuencia de sonido de 5,5 MHz, resultante de la diferencia de frecuencias de las portadoras. Pero tengamos también en cuenta que se produce otra frecuencia resultante, que es precisamente la frecuencia suma de las portadoras. Tanto una como otra debe evitarse que entren en la señal de video que va al tubo de imagen; la resultante, correspondiente a la frecuencia-diferencia, se aplica al amplificador de sonido filtrándola al máximo para evitar la interferencia imagen-sonido.

En cambio, la frecuencia suma no se utiliza y debe eliminarse también por completo por medio de filtros.

Para este objeto suelen proyectarse filtros con una o dos bobinas trampas (fig. 5), previendo el retorno, por ejemplo, con la capacidad C1, cuyo valor adecuado debe elegirse de forma que permita el camino más fácil a las frecuencias indeseables.

La figura 5 muestra un circuito típico de filtro después de la detección, el cual incluye los circuitos trampas para las frecuencias suma y diferencia. Para obtener una respuesta lineal conviene que la constante de tiempo R_1 C_1 sea por lo menos 10 veces menor que el período a transmitir más corto, correspondiente a una anchura de banda de video de 5 MHz para el sistema de 625 líneas; luego suponiendo que la capacidad total intercalada en el detector sea de 15 pF, se podrá calcular la resistencia de carga del diodo en la forma siguiente:

$$CR = \frac{tmin}{10}$$

con el tiempo mínimo de

$$tmin = \frac{1}{f} = \frac{1}{5 \cdot 10^6}$$

de donde:

$$R = \frac{0{,}2 \cdot 10^{-6}}{10 \cdot 15 \cdot 10^{-12}} = \frac{2}{15} 10^6 = 1.330\ \Omega.$$

Por lo regular se encontrarán en los circuitos valores prácticos que oscilan entre 1,3 kΩ y los 4,7 kΩ.

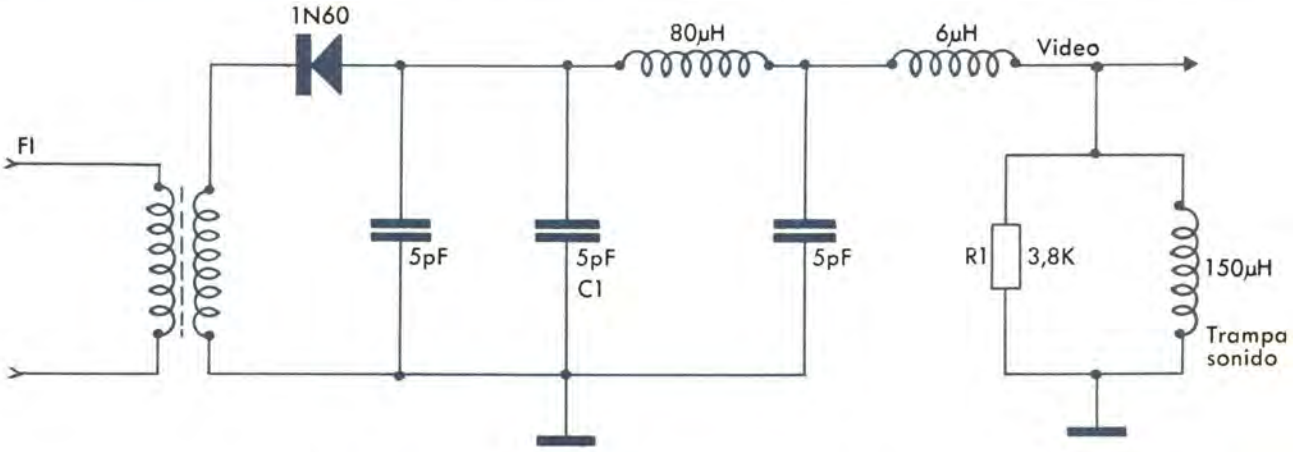


Figura 5. — Detector de video complementado con el filtro para la frecuencia suma de las portadores y trampa para la frecuencia diferencia de 5,5 MHz o de sonido.

Número de pasos amplificadores de video

Aunque hoy en día los receptores de TV con válvulas están provistos de un solo paso de amplificación, algunos modelos generalmente antiguos se proyectaron con dos o más pasos de amplificación, a causa de que no se disponía de válvulas adecuadas.

En todos los casos es interesante saber que cuando el número de pasos entre detector y tubo de imagen es «par», la respuesta del detector ha de ser de la misma fase y polaridad que la que debe entregar el amplificador. Por el contrario, cuando la sección de video se forma con una combinación de un número «impar» de pasos amplificadores, la polaridad a la salida del amplificador es contraria a la del detector. No obstante, ello sólo es cierto en el caso que hemos indicado de amplificación a través de resistencia-capacidad y no en el caso de amplificación directa.

El amplificador RC de video

En los primeros televisores se utilizó el amplificador de resistencia-capacidad, pero en la actualidad aunque no se emplee merece especial atención, por cuanto permitirá conocer con detalle la amplificación de la frecuencia de video y los artificios eléctricos que en ella concurren para conseguir un buen cometido.

En efecto, debemos conseguir una amplificación de por lo menos 30 dB, desde el detector hasta el TRC, dentro de una banda muy ancha de frecuencia, y es muy difícil conseguir una respuesta igual para todas. Para alcanzar este resultado se debía escoger necesariamente un amplificador con acoplamiento por resistencia-capacidad, empleando una válvula pentodo cuya resistencia de carga sea baja para que nos permita ensanchar el paso de frecuencias.

Aunque este tipo de amplificador no reproduzca exactamente el contenido de la señal de video —como veremos a continuación— constituía la única solución posible en aquellos tiempos, aunque tuvieran que preverse otros circuitos que recuperaran la información que se perdía.

Para el estudio, dos secciones del ancho de banda de video: una, de altas frecuencias, y la otra, de bajas frecuencias.

Consideramos primero el caso de las altas frecuencias:

En las frecuencias hasta 5 MHz tienen mucha importancia las capacidades de los elementos que forman el circuito, en particular, la capacidad anódica contra masa y la capacidad de rejilla contra masa. Estas capacidades, junto con las debidas a las conexiones, deben considerarse parásitas y perjudiciales en esta gama de frecuencias.

La figura 6 muestra la disposición de dichas capacidades Cp y Cg en un circuito clásico de amplificación por resistencia-capacidad.

Estas capacidades, aunque sean en realidad muy bajas (de algunos picofaradios), tienen, no obstante, en las frecuencias de trabajo de video de 1 a 5 MHz, un relieve importante ya que su reactancia es inversamente proporcional a la frecuencia:

$$Xp = \frac{1}{Cp\omega} \quad y \quad Xg = \frac{1}{Cg\omega}$$

y, por ello, estas reactancias serán tanto más pequeñas cuanto más elevada sea la frecuencia. Supongamos por ejemplo que Cp sea solamente de 10 pF y calculemos su reactancia a la frecuencia por ejemplo del valor medio de 3 MHz:

$$Xp = \frac{1}{6{,}28 \cdot 3 \cdot 10^6 \cdot 10 \cdot 10^{-12}} =$$

$$= \frac{1}{188{,}4 \cdot 10^{-6}} = \frac{10^6}{188} = 5.300\ \Omega.$$

Debe considerarse, pues, que esta reactancia se halla prácticamente en paralelo con la resistencia de carga anódica R_p. Por ello, si escogemos una válvula con resistencia de carga relativamente baja Rp = 10.000 Ω, para que nos permita una gran amplificación en toda la banda de frecuencias, puesto que la reactancia Xp está en paralelo con Rp, cuyo valor es aproximadamente el doble, la impedancia de carga de la válvula bajará a un valor de 6.550 Ω y, por consiguiente, la amplificación disminuirá a estas frecuencias.

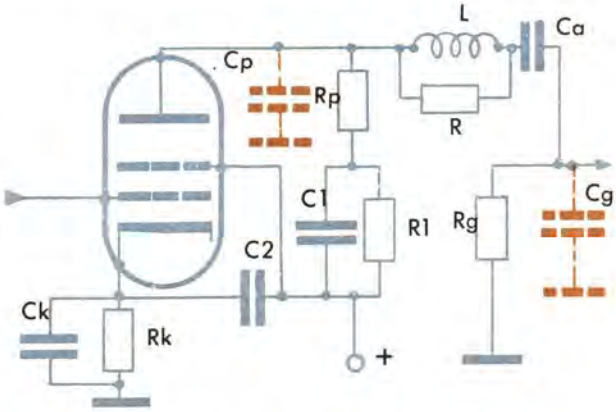


Figura 6. — Capacidades parásitas en un circuito típico de amplificador video.

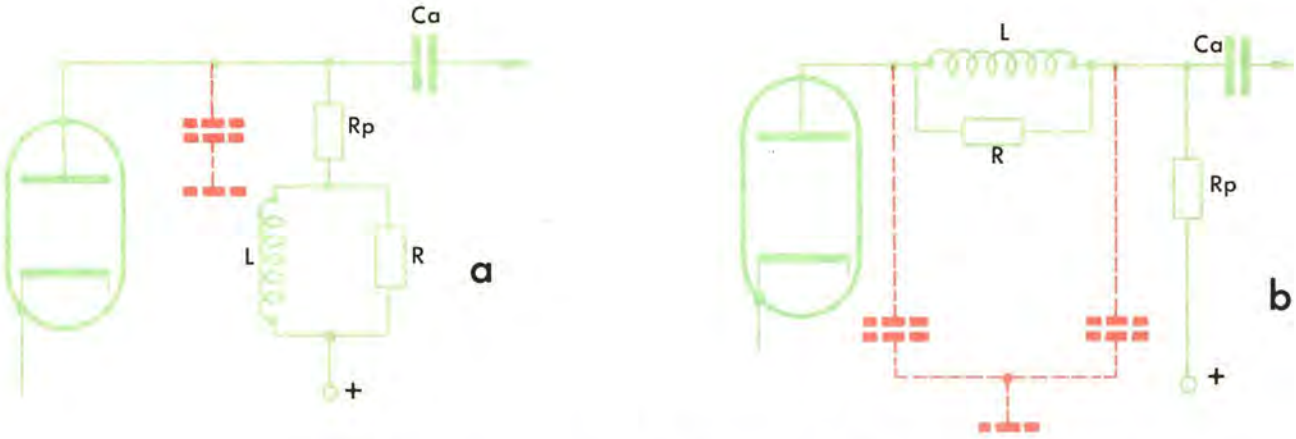


Figura 7. — Compensación de la alta frecuencia de video: a) en derivación; b) en serie.

Además, en estas condiciones la resistencia de carga ya no es una resistencia pura, pues hay que considerarla en paralelo con una capacidad, dando lugar a una componente reactiva que nos producirá, en consecuencia, una diferencia de fase entre las tensiones de entrada y de salida.

Compensación de alta frecuencia de video

Uno de los métodos que se emplean para compensar la pérdida de respuesta en alta frecuencia consiste en intercalar una bobina —en serie o en paralelo— en el circuito anódico. Una bobina posee una reactancia inductiva proporcional a la frecuencia $X_b = L \cdot \omega$; es decir, tiene una acción inversa a la reactancia capacitiva, y tomando valores adecuados de L podemos compensar el efecto debido a la capacidad.

La figura 7 muestra los dos casos más frecuentes de compensación de alta frecuencia.

En muchos circuitos las bobinas se conectan en paralelo con resistencias, con el fin de aplanar los picos de amplificación que se podrían producir a la frecuencia de resonancia de dichas bobinas; su objeto es pues disminuir el Q de las bobinas y ensanchar su curva de respuesta.

La bobina intercalada en el circuito (a) —llamada algunas veces de *pico*— ofrece un aumento progresivo de su reactancia a medida que aumenta la frecuencia y compensa la disminución producida por la reactancia capacitiva.

El circuito (b) de la figura 7 representa un filtro denominado en π y su acción es más enérgica que la del circuito (a); permite incluso aumentar la resistencia de carga Rp y lograr con ello una mayor ganancia de amplificación.

Muchos diseños son proyectados empleando simultáneamente la *compensación serie* y la *compensación paralelo* —casos (a) y (b) de la figura— con el fin de reforzar la respuesta en altas frecuencias de video.

Compensación en baja frecuencia de video

En el amplificador RC, la respuesta a las frecuencias más bajas está limitada por el condensador de acoplamiento C_a de la figura 8. Este condensador aumenta su reactancia y produce un efecto de atenuación al disminuir la frecuencia. Ello como si se tratara de una resistencia ficticia Ra, que aumentará su valor a medida que disminuye la frecuencia de paso por dicho condensador.

El procedimiento de compensación en bajas frecuencias consiste en intercalar en serie con el circuito de carga anódica una resistencia R_1 en paralelo con el condensador C_1 (fig. 8). A estas frecuencias, el condensador C_1 tiene baja impedancia y la carga efectiva en placa está consti-

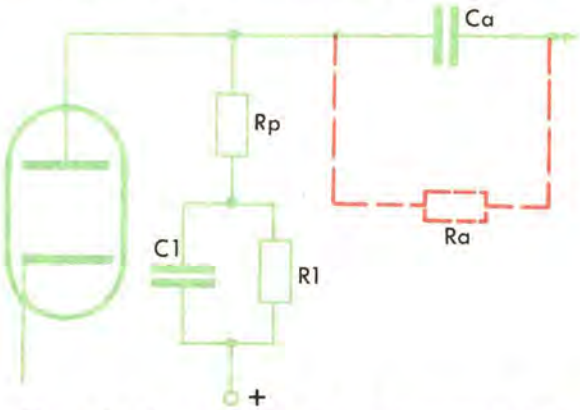


Figura 8. — Compensación de las frecuencias bajas de video.

truida por Rp en serie con R_1-C_1; en cambio, para frecuencias inferiores a 1 KHz la reactancia del condensador C_1 es lo suficientemente elevada como para aumentar sustancialmente la carga total anódica. La resistencia Ra representa la reactancia serie ficticia, debida a la acción del condensador Ca en baja frecuencia.

La figura 6 muestra un circuito típico con un solo paso de amplificación, en el que la compensación de altas frecuencias se efectúa por R-L y en las bajas frecuencias con R_1-C_1; indicándose en trazos de distinto color las capacidades parásitas que se han compensado del circuito, y la Cg de entrada a la rejilla siguiente.

El condensador Ck para el desacoplo de la resistencia de cálculo, debe ser de gran capacidad.

Eligiendo convenientemente los valores de los componentes del circuito puede obtenerse una curva de respuesta del amplificador, prácticamente uniforme desde 50 Hz hasta 5 MHz.

Número de pasos del amplificador RC

Un solo paso de amplificación era insuficiente para modular la rejilla del tubo de imagen, y por ello se preveían dos y tres pasos de amplificación para que la tensión de 2 V del detector de video alcanzara los 60-70 V necesarios en la rejilla del TRC.

En el diseño de televisores antiguos se preveían pasos de amplificación con ganancias aproximadas para cada uno de ellos de:

Paso	*Tensión de señal en rejilla*	*Tensión de señal anódica*	*Relación tensiones*	*Ganancia dB*
1.°	2	12	6	15,5
2.°	12	36	3	9,5
3.°	36	72	2	6
		Total	36	31

O sea, 31 dB representan una ganancia de $6 \times 3 \times 2 = 36$ veces.

Actualmente con las nuevas válvulas pentodo de potencia, que poseen una pendiente muy pronunciada, se han eliminado algunos pasos de amplificación, y un solo paso es más que suficiente para lograr la ganancia necesaria antes citada, y hoy en día no significa ningún problema prever un amplificador de video con un solo paso de amplificación y atacar directamente al TRC sin emplear acoplo por capacidad, detalle que tendremos ocasión de estudiar a continuación.

Además de las válvulas se han perfeccionado también mucho los tubos de imagen, en particular la calidad de su pantalla, actualmente fabricada con nuevos tipos de fósforos que poseen contrastes mucho más pronunciados. Se han ideado también nuevos circuitos que constituyen una gran mejora para la fidelidad en la reproducción de la imagen.

Inconvenientes del amplificador con acoplamiento por resistencia capacidad

Un amplificador de esta categoría permite conseguir una respuesta bastante uniforme a todas las frecuencias de video, mediante las compensaciones que acabamos de mencionar, pero adolece de un inconveniente muy importante consistente en que sólo amplifica las componentes variables, y elimina cualquier componente continua. En efecto, el condensador de acoplo C_a (fig. 9) entre pasos sucesivos de amplificación (muy necesario para evitar que la tensión anódica recaiga sobre la rejilla del paso siguiente) bloquea por completo todo residuo de componente continua.

La componente continua constituye, no obstante, una magnitud esencial para la buena reproducción de la imagen en el tubo de imagen y, por lo tanto, hay que considerarla como imprescindible en el video y valernos de los medios necesarios para poder utilizarla.

El problema de la componente continua complica desde luego la propia amplificación, y hay que valerse de circuitos especiales para su *recuperación* a fin de llevarla hasta el TRC.

Significado de la componente continua y de su pérdida

En los estudios precedentes, principalmente el correspondiente a la demodulación de las portadoras, vimos que en la resistencia de carga del diodo detector se obtenía una corriente continua y otra pulsante. La corriente continua, al atravesar la resistencia de carga, originaba una caída de tensión con polaridades bien definidas. Pues bien, esta corriente continua, con su debida polaridad y siendo ligeramente variable en su amplitud, nos sirve como medio de posible aplicación en el CAG.

Para comprender el origen de esta componente continua y sus funciones debemos dirigirnos al explorar una escena hacia la propia señal de la imagen obtenida en el propio emisor.

Las señales obtenidas por la cámara de TV en la exploración de la imagen tendrán una compo-

nente variable con relación a la iluminación propia del punto que se explora (blanco, gris o negro), o sea, según que la luz incidente en el cuerpo sea más o menos reflejada. Se trata pues de una componente variable de amplitud, siempre de un mismo signo más o menos negativo.

Existe otra componente que representa la iluminación media de la escena, que variará sólo de magnitud según se pase de un lugar claro a otro oscuro —dicho de otra manera, de una escena poco iluminada a otra muy iluminada—, de forma que para un programa televisivo, conteniendo una escena estática, esta corriente continua se mantendrá prácticamente constante, como sucede por ejemplo al reproducir una imagen inanimada. En cambio si la escena es un lugar de ambiente variable, esta componente variará sólo si cambia la luminosidad del ambiente.

El valor instantáneo de la señal de video es pues una medida de luminancia relativa de la imagen, que encuentra en ese instante el punto explorador. De ello se desprende que cuando la luminancia media de la escena sea elevada, lo será también el valor medio de la señal emitida respecto al nivel negro; es decir, el valor medio de la señal respecto al nivel negro no es constante, sino que variará con la luminancia.

Concretando: la reproducción de tonos y de contrastes nos la da la componente variable y la componente continua sitúa el nivel de los tonos y contrastes; es decir, actúa como nivel medio en el que se destacan los tonos blancos y negros.

Referente a las consecuencias de la componente continua supongamos que nos llega a la antena una señal constante, siempre de la misma amplitud, reproduciendo una escena inanimada; pero la examinaremos en tres condiciones distintas. Las dos primeras en condiciones de diferente luminancia, y la tercera después de haber perdido la componente continua.

Para estudiarla en forma gráfica nos situaremos a la salida del detector, antes y después del condensador de bloqueo. Estas señales corresponden a una modulación negativa —esto es, cuanto más iluminada se halla la imagen que se transmite, menor amplitud tiene la señal de video correspondiente— y en este caso, el nivel blanco se obtiene con menores amplitudes de la señal de video y el nivel negro corresponde a mayores amplitudes, cada vez en aumento hasta llegar a su máximo del 75 % (más allá se produce el borrado de líneas). En cambio los pulsos de sincronismo, que como se sabe nos llevan la información horizontal, vertical y de igualación, se hallan a un nivel más negro que el negro, hasta llegar al 100 % de señal.

Puesto que hemos dicho que los impulsos de borrado y de sincronismo se mantienen constantes, o sea, a un mismo nivel, y considerando que la señal recibida en la antena es también constante, la componente continua resultante de la detección dependerá de la luminancia de la escena que se transmite.

En la figura 9 (a) representamos una señal de video, cuya componente continua corresponde a una gran luminancia de la escena, y representa aproximadamente el valor medio de la amplitud máxima, de manera que los tonos blancos y negros se destacan notablemente, pasando por los tonos grises y semigrises.

En cambio, en la figura 9 (b) la misma escena es transmitida con menos luminancia, aunque la se-

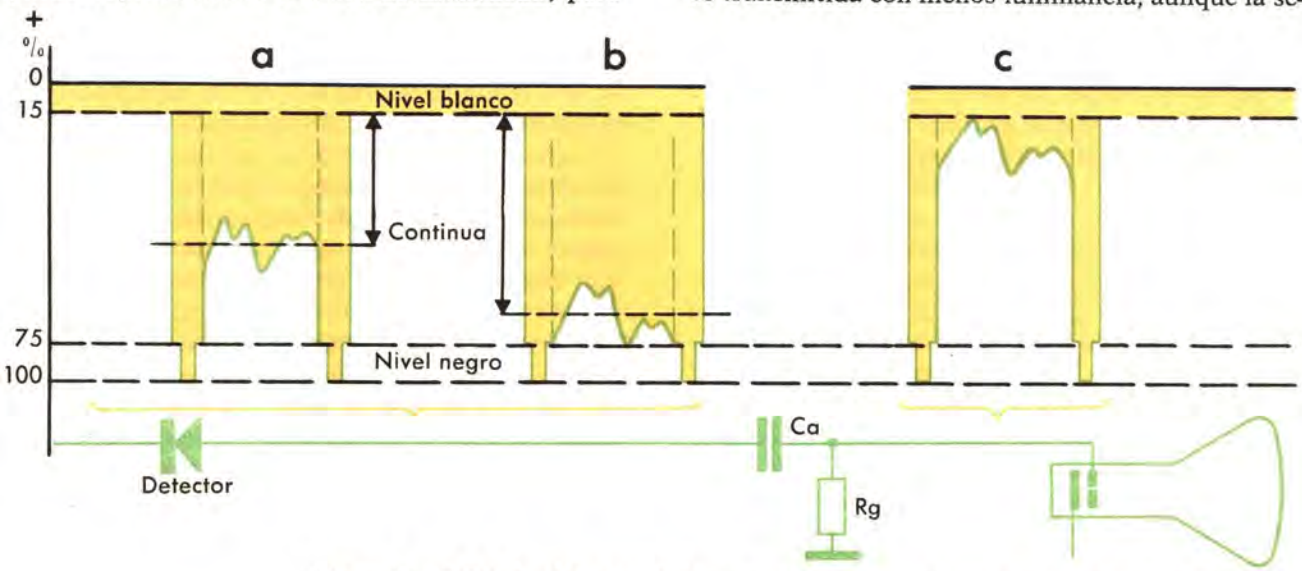


Figura 9. — Señal de video con (a-b) y sin (c) componente continua, antes y después de un acoplamiento por condensador.

ñal de video sea la misma que antes, puesto que la escena no ha cambiado; pero la componente continua ha aumentado de valor. Con ello, la señal se aproxima hacia el nivel negro y la imagen en el TRC será la misma que antes, aunque mucho más oscura y casi sin contraste de tonos.

Finalmente, en la figura 9 (c) observamos la misma imagen que en el caso (a), pero en ella hemos perdido la componente continua, y vemos que la señal de video está en este caso muy cerca del nivel blanco, de forma que se obtendrá la imagen igual que antes, aunque bajo un fondo completamente gris, con poco contraste entre blanco y negro, es decir, la imagen en un tono completamente grisáceo.

Hemos pasado de una imagen que se recibía perfectamente, con un nivel de contrastes en valor medio dado por la componente continua; pero al perderse ésta a causa del condensador de bloqueo obtenemos la imagen cerca del nivel blanco, destacándose muy poco el tono negro.

Reinserción de la componente continua

Vemos pues el interés en no perder o recuperar la componente continua y analicemos los procedimientos que se emplearon para conseguir reinsertarla.

No obstante, debemos señalar que hoy en día el restaurador de la componente continua ha sido ya eliminado totalmente en los receptores de televisión, por motivos comerciales y para simplificar notablemente el circuito, pues el restaurador encarece notablemente el receptor. Sin embargo, hemos de tener en cuenta que la eliminación del restaurador repercute en la iluminación media del tubo de imagen, la cual resulta un tanto diferente a la original, y además se corre el riesgo de que no se efectúe correctamente el retorno vertical, como tendremos ocasión de explicar.

Para reinsertar la componente continua a la señal de video se idearon numerosos procedimientos; citaremos sólo dos:

1.° Diodo restaurador en paralelo.

2.° Restaurador por rejilla control.

Estudiaremos el caso en que la señal de video sea aplicada a la rejilla del TRC; si la señal se conecta al cátodo son válidos los mismos razonamientos respetando las polaridades. Ante todo hay que recordar que la rejilla del TRC está sometida en este caso únicamente al potencial de la señal de video, de manera que su polarización fija, obtenida por la diferencia de potencial entre ésta y el cátodo, es relativamente baja. El valor de tal polarización tiene la particularidad de fijar un nivel de referencia sobre el cual se aplica la señal de video. Esta polarización se ajusta mediante el control de brillo, tal como veremos más adelante.

Diodo restaurador en paralelo

Es el sistema de recuperación de la componente continua, consistente en intercalar un diodo (válvula de germanio) entre el borne de salida del condensador de acoplo C_a y masa, en paralelo con una resistencia de escape de rejilla del propio tubo de imagen. El circuito que ilustra la figura 10 muestra la reinserción de la componente continua, con los detalles de acoplamiento.

La componente de video propiamente dicha pasa por el condensador C_2 hacia la rejilla del tubo de imagen sin su componente continua.

En las condiciones de reposo, o sea, sin señal de video, tenemos el punto B con polaridad positiva y el punto A con polaridad negativa, a través de C_1 y a través del diodo D hacia masa, puesto que es la única condición de conducción del diodo; el punto A queda prácticamente a potencial cero y evita que esta polaridad negativa se sume a la que tiene la rejilla.

La corriente que fluye por la placa disminuye en función de la señal y creará una diferencia de potencial variable en el punto B. Ahora, cuando una señal de polaridad negativa llega al condensador C_1 a través de R_4, carga el condensador con un cierto nivel de tensión de polaridad positiva, que se manifiesta en el punto A. El condensador es lo suficiente capacitivo para que retenga la carga, puesto que la constante de tiempo de producción C_1-R_1 es lo suficiente grande para que sea muy superior al tiempo que duran los impulsos de sincronismo, y no pueda por tanto descargarse por completo cuando la polaridad disminuye. Conservando por unos instantes la polaridad positiva en este punto A, ésta da a la rejilla del TRC la particularidad de reducir su polarización propia por la suma algebraica entre la que tiene como polaridad fija y la que recibe, o sea, cuanto más intenso sea el brillo medio de la imagen televisada, mayor será la tensión que llega en el punto A y por consiguiente será menor la polarización de la rejilla del TRC y por lo contrario, mayor luminosidad de la pantalla. Cuando la diferencia de potencial en el punto B es pequeña, se creará también un potencial débil en los bornes del condensador C_1, y en el punto A habrá un potencial positivo de poca magnitud; por lo tanto, la rejilla de control del TRC será menos afectada por este potencial positivo, y en consecuencia será más negativa con relación a su cátodo, lo que provoca menos luminosidad en la pantalla.

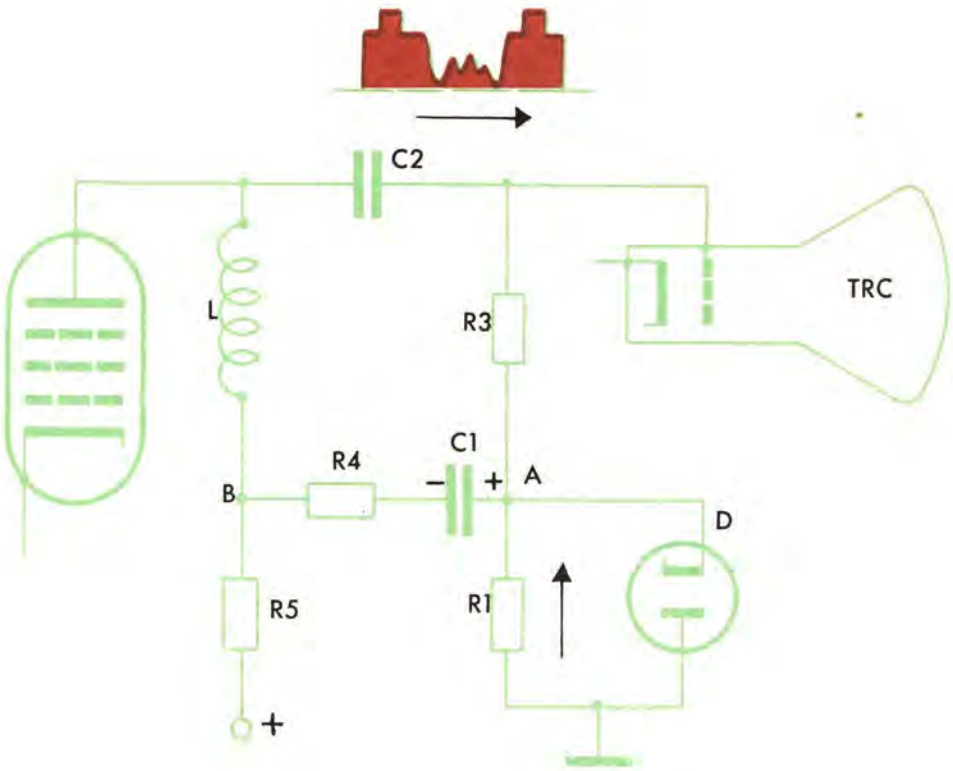


Figura 10. — Circuito típico de amplificador de vídeo con restaurador de la componente continua por diodo

La resistencia R_3 tiene por objeto actuar como escape de rejilla y al mismo tiempo impide que las capacidades interelectródicas del propio diodo deriven las componentes de la más alta frecuencia de video. En cuanto a R_4, ésta impide que cuando el diodo actúe como conductor disminuya la resistencia de placa R_5.

La acción del restaurador actúa pues en forma automática; debilita la polarización fija de rejilla del tubo de imagen en función de la señal, y restaura relativamente su componente continua, en la que se le superpone la señal alterna de vídeo. Se puede considerar que la señal en la rejilla queda así en las mismas condiciones que la señal de origen.

Teniendo en cuenta que el restaurador de componente continua opera prácticamente sobre las amplitudes máximas de los pulsos de sincronismo, el diodo restaurador suele combinarse para operar a la vez como separador de sincronismos. Así, pues, en este caso actúa desarrollando una función mixta; es decir, restaura la componente continua y separa los pulsos de sincronismo, que son llevados a estabilizar el funcionamiento de los generadores de análisis. En otras lecciones estudiaremos esta importante sección de sincronía, verdadero corazón o motor del televisor.

Una variante del método que acabamos de explicar, incluso más sencillo que él, consiste en utilizar una válvula como único paso de amplificación de video, o bien, cuando se usa más de una se restaura la corriente continua en la última; entonces el diodo descrito es superfluo, puesto que la rejilla de mando de la válvula amplificadora puede hacer las funciones de diodo, a condición que la rejilla no esté polarizada, es decir, el cátodo conectado a masa tal como indica la figura 11. Como quiera que en estas condiciones la rejilla sólo conducirá con tensiones positivas, el sistema sirve únicamente para señales de video, moduladas con polarización positiva.

En este caso se crea un flujo de corriente de rejilla y como consecuencia una tensión de polarización atenuada por la acción de la resistencia de escape Rg y mantenida por el condensador Ca.

La amplitud de dicha polarización está condicionada por la intensidad máxima de corriente que permite la rejilla durante los impulsos de sincronismo. Se trata pues de que la intensidad de corriente de rejilla proporcione estrictamente la polarización exigida por la invariabilidad del nivel de bloqueo. De aquí que, si la reversión de la componente continua se confía a la rejilla del paso final de amplificación, el circuito de placa debe acoplarse directamente al de la rejilla del TRC.

Indudablemente, la presencia de la tensión anódica, aplicada al mismo tiempo a dicha rejilla

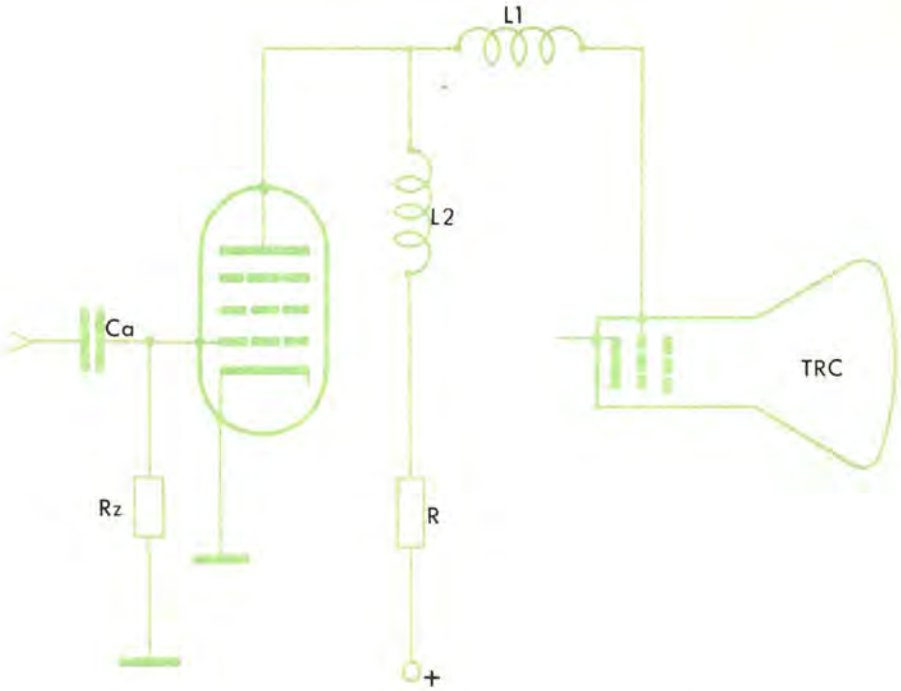


Figura 11. — Restaurador de la componente continua por medio de la propia rejilla de la válvula amplificadora de video.

del TRC, trae consigo nuevos problemas a resolver.

Los impulsos de regeneración

El problema mayor que origina la pérdida de la componente continua consiste en que el nivel de negro ya no es constante y cuando la señal llega algo débil debe corregirse forzosamente por medio del control manual de brillo; de no ser así, los impulsos de borrado quedan totalmente desfasados, puesto que la amplitud máxima de esas pulsaciones no es suficiente para llegar al punto de corte de la corriente de pantalla; ello puede suceder aun empleando los métodos de reinserción de la componente continua. Esto trae consigo un desajuste del cuadro, y se observan en la pantalla unas líneas blancas que suavemente cortan la escena que se está reproduciendo. Estas líneas ligeramente diagonales son debidas al trazo que va dibujando el pincel electrónico, cuando retrocede de la parte inferior a la parte superior, para reemprender un nuevo cuadro; es decir, pertenecen al retorno vertical.

Actualmente este problema se resuelve mediante unos pulsos de gran amplitud que se mandan a la rejilla o al cátodo del TRC, según sea el circuito, y se inyectan en los precisos instantes en que a la rejilla de control le llega el impulso de borrado. Estos pulsos de regeneración, perfectamente sincronizados con los que llegan a la rejilla, hacen que ésta se vuelva más negativa y la pantalla pueda oscurecerse fácilmente, logrando así eliminar los restos del retorno de cuadro.

Claro está que hay una diferencia particular en los casos en que la señal de video entre por la rejilla o entre por el cátodo.

Cuando los pulsos de regeneración se aplican al cátodo, aquéllos deben ser de polaridad positiva y su magnitud debe ser equivalente a los negativos que se aplican a la rejilla control del TRC, y a su llegada al cátodo, éste se hace aún más positivo, lo que equivale a decir que la rejilla de control se verá más negativa, y entonces el pulso de sincronismo vertical en la rejilla podrá llegar con mayor facilidad al punto de bloqueo de la corriente de pantalla.

La figura 12 (a) muestra cómo se comporta esta regeneración, en donde se observa que el impulso positivo eleva el potencial positivo del cátodo, que llega precisamente en el instante en que la rejilla control del TRC recibe el impulso de borrado.

En el segundo caso (b) es el cátodo quien recibe la señal de video y los impulsos de regeneración se aplican a la rejilla, con polaridad negativa. Al llegar el impulso regenerador a la rejilla, el potencial de ésta se eleva hasta el punto de bloqueo de la corriente de pantalla. La figura muestra la forma en que estas señales llegan al tubo de imagen.

Ahora bien, los impulsos que borran el retorno

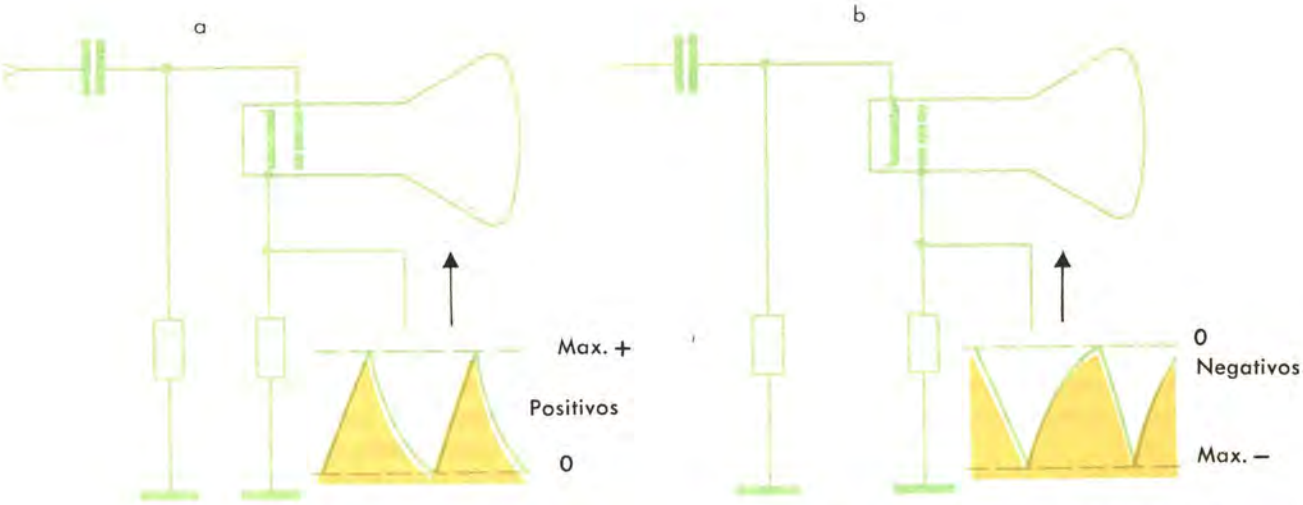


Figura 12. — Impulsos de regeneración en el cátodo (a) y rejilla (b) del tubo de imagen.

vertical, que antes hemos citado como defecto en la imagen, suelen tomarse del generador de análisis vertical, que estudiaremos con detalle en próximas lecciones, y precisamente se toma de la salida del transformador vertical, llamado también de cuadro. Este generador de análisis produce unos impulsos sincrónicos exactamente iguales a los que lleva la señal de video y aplicados al yugo deflector del TRC, formado por bobinas generadoras de un campo magnético desviador del pincel electrónico.

Este sistema de los impulsos regeneradores de la señal, aplicados cuando se pierde la componente continua, constituye uno de los procedimientos actualmente en uso en los receptores de televisión.

Debemos advertir que todos los gráficos que ilustramos están trazados de una forma simple con el fin de explicar el principio eléctrico en que se basan. Su aplicación en el circuito del receptor puede variar o debe variar según las circunstancias, con la utilización de nuevos elementos, pero su principio es siempre el mismo que aquí explicamos.

Control manual de brillo

Antes hemos dicho que la intensidad de iluminación de la pantalla del TRC puede controlarse por la polaridad de la rejilla —es decir, cuando ésta sea más o menos negativa respecto al cátodo—, puesto que la variación de la señal de video sobre este control es responsable de la variación instantánea de la iluminación del punto; esto es, cuando el voltaje de la señal sobre la rejilla cambia en sentido negativo se produce un trazo oscuro en la pantalla y, finalmente, para un valor crítico de tensión negativa el trazo se extingue totalmente.

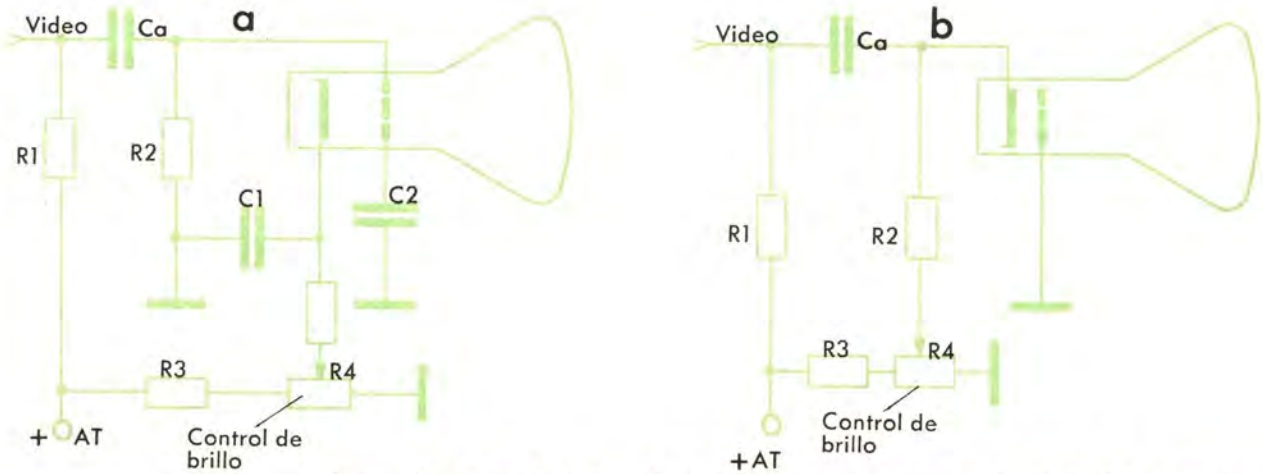


Figura 13. — Regulador manual de brillo o luminancia por el cátodo (a) o por la rejilla (b) del tubo de imagen.

Uno de los controles esenciales del receptor es el ajuste de la polarización de rejilla, el cual asegura que el nivel de borrado se produzca exactamente en el punto negro.

En la figura 13 (a) y (b) se indican dos sistemas de polarización, en los cuales la tensión más adecuada se establece mediante el ajuste del control de brillo. En el primer sistema (a) se polariza el cátodo, por cuanto a la rejilla se aplica la señal de video que proviene del amplificador. En el sistema (b), la señal de video se aplica al cátodo y se polariza éste positivamente mediante un potenciómetro y manteniendo la rejilla al potencial de masa.

En ambos casos el control de brillo es precisamente un ajuste manual de la tensión de polarización entre rejilla y cátodo, permitiendo así establecer el nivel correcto de borrado, o sea, el nivel negro.

Amplificador de video de acoplamiento directo

En la figura 14 se muestra el esquema de un amplificador de video de un solo paso, entre detector de video y TRC con acoplamiento directo, en el que se ha suprimido el condensador de acoplo. Con esto la componente continua no se pierde y por tal motivo no será necesario restaurarla. La señal de video, obtenida ya en el circuito anódico de salida de la válvula, se aplica directamente al cátodo del TRC, sin condensador de bloqueo.

Pero la supresión de tal condensador nos plantea el problema de la presencia de la tensión anódica del amplificador de video en el cátodo del TRC, junto con la señal de video. En estas condiciones, la rejilla del tubo de imagen debe polarizarse de forma que sea negativa con respecto al cátodo. Esto se consigue mediante el control de brillo antes citado; el cual, mediante el potenciómetro R_4, permite ajustar la tensión de reja (a + 150 V) para lograr el brillo que el usuario desee obtener.

Este circuito, además de no perder la información correspondiente a la luminancia de la imagen, tiene la ventaja de ser sumamente sencillo. Su funcionamiento es el siguiente: la presencia de la señal demodulada, en la resistencia de carga Rd del detector, da lugar en ella a una tensión de polaridad negativa en sus bornes; precisamente en el borne conectado a la rejilla control de la válvula amplificadora de video y, en consecuencia, la corriente anódica disminuye provocando el correspondiente aumento de tensión anódica de dicha válvula y, a su vez, en el cátodo del TRC, puesto que se halla conectada directamente. Al tener el cátodo del tubo de imagen una tensión más positiva (manteniendo la rejilla a un potencial fijo) su brillo disminuye y, en consecuencia, tanto más notablemente cuanto mayor sea la señal detectada.

En este circuito aparece un solo paso amplificador, pero si el caso lo requiere pueden instaurarse más pasos con el mismo sistema, teniendo sólo en cuenta la presencia de la tensión anódica, que aumenta a cada paso de amplificación, de manera que el problema se sitúa entonces en la fuente de alimentación y en los aislamientos. Tam-

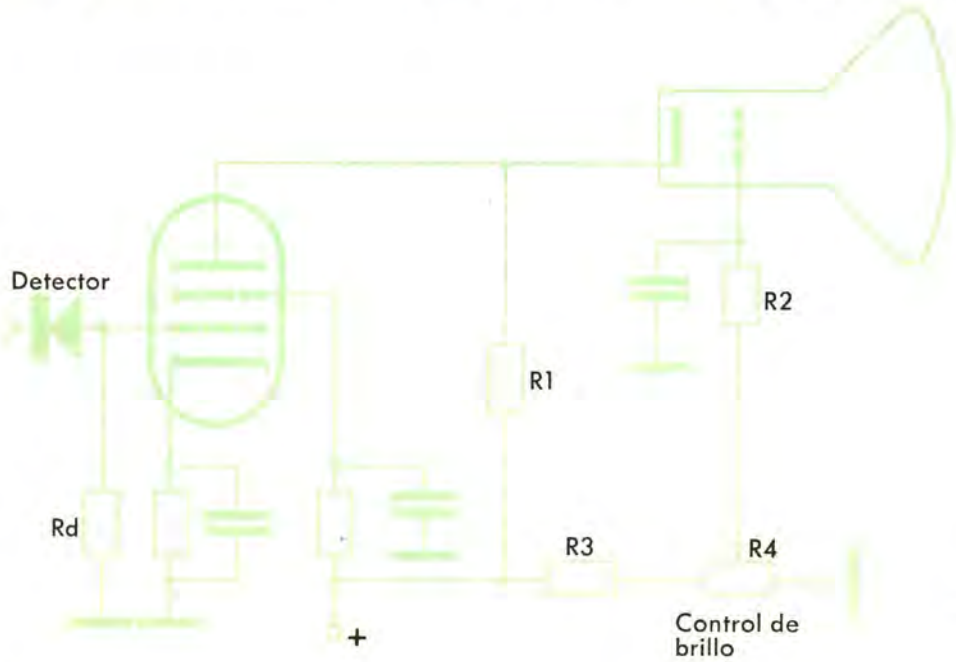


Figura 14. — El amplificador de video típico con acoplamiento directo (sin condensador de acoplamiento).

poco hemos indicado en este esquema los correspondientes filtros de compensación, anteriormente citados, necesarios e imprescindibles para el paso de las bajas y altas frecuencias de video y que indudablemente deben figurar en todo amplificador de video.

Control de definición y contraste

Todos los receptores incluyen en sus circuitos un control que permite variar la calidad y contraste de la imagen, dentro de unos límites restringidos, pero que permite al telespectador llevar a su voluntad el contraste de tonos.

El control puede situarse en cualquiera de los eslabones que constituyen la cadena amplificadora de la señal, pero de preferencia se incluye en el amplificador de video.

Por razones de sencillez puede actuarse en la polarización del cátodo de la primera válvula del amplificador de video, tal como indica la figura 15, produciendo una polarización automática en lugar de fija.

Su principio básico consiste en reforzar la amplificación de bajas frecuencias o de altas frecuencias, a fin de lograr, para el primer caso, un efecto mayor de contraste en las escenas de conjunto, y en el segundo caso, que las transiciones de blanco a negro, o viceversa, resulten más definidas.

Su funcionamiento es el siguiente: la tensión en bornes de la resistencia del cátodo Rk varía con la tensión de mando, o señal de rejilla, al seguir las variaciones de la corriente de placa Ia. En cambio, la componente continua tiene como objeto una contrarreacción, ya que sólo se necesita una cierta porción de la que ha sido transmitida. Ahora bien, el valor de la tensión existente en Cg será el valor medio correspondiente en bornes de Rk que, como se sabe, disminuye al variar Ia.

El funcionamiento de este control se sitúa entre bornes de Cg, en donde existe una tensión ligeramente inferior a la de reposo, la cual fluctúa muy lentamente en función del valor medio de la señal de mando, o, mejor dicho, de la componente continua, cuyo valor se reduce entre rejilla y cátodo de la válvula.

Así, la tensión entre rejilla y cátodo, correspondiente al nivel negro, se mantiene casi constante sea cual fuere la fluctuación de Ia, lo que corresponde, pues, a un ajuste automático.

Existe otro dispositivo basado en variar la resistencia de carga Rd del diodo detector (fig. 16), incluyendo en serie con esta resistencia una bobina L, que tiene por objeto mejorar la respuesta a las frecuencias de video; en efecto, al aumentar la resistencia total de carga (Rc) aumenta el Q de la bobina, decreciendo la respuesta a las altas frecuencias; mientras que al reducir el valor de carga Rc, decrece el Q de la bobina y se refuerzan las bajas frecuencias de video.

En bastantes de los casos expuestos en el transcurso de estas lecciones hemos citado métodos y sistemas, que actualmente ya no se utilizan; sin

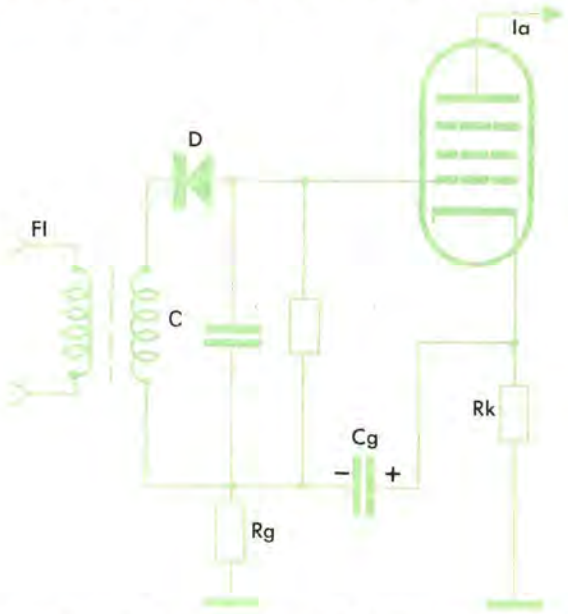


Figura 15. — Control automático de calidad (definición de la imagen) actuando en la polarización de la válvula amplificadora de video.

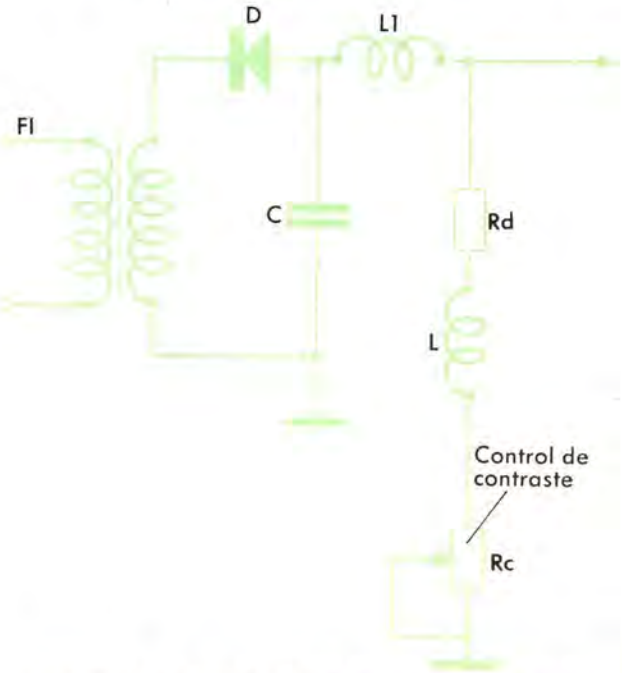


Figura 16. — Control manual de contraste actuando en la resistencia de carga del detector de video.

embargo, los hemos mencionado y los describimos para dar a conocer cuanto se hizo y se ha hecho para conseguir una buena reproducción de la imagen y también para comprender y concretar ideas sobre los procedimientos, por separado, por resultar al principio difícil comprender su funcionamiento en un esquema de conjunto o global de un televisor.

Control automático de brillo y contraste

La descripción precedente del control de calidad y contraste nos muestra que una vez conseguida la regulación de la resistencia Rc, a voluntal del usuario, se obtiene una regulación automática de la polarización; pero el automatismo ha llegado incluso a depender también de la iluminación ambiente de la sala o local, en donde se encuentra instalado el televisor. En el proceso antes mencionado debía corregirse el ajuste, cuando el televisor funcionaba de día, o bien de noche, y cuando de noche el espectador estaba a oscuras o bien con la luz encendida. Este reajuste continuo puede ser molesto para el usuario y, por este motivo, se ha buscado un automatismo más completo. Puesto que la visión recreativa de un televisor es aconsejable se efectúe en la penumbra y no en la oscuridad —puesto que la televisión no es más que unas sombras que se mueven en una pantalla iluminada, tal como sucede en el cine—, cuanto más penumbra tiene el ambiente, mejor se aprecian las imágenes en la proyección televisiva. En cambio no es aconsejable observar la televisión a oscuras a causa de la fatiga de la retina.

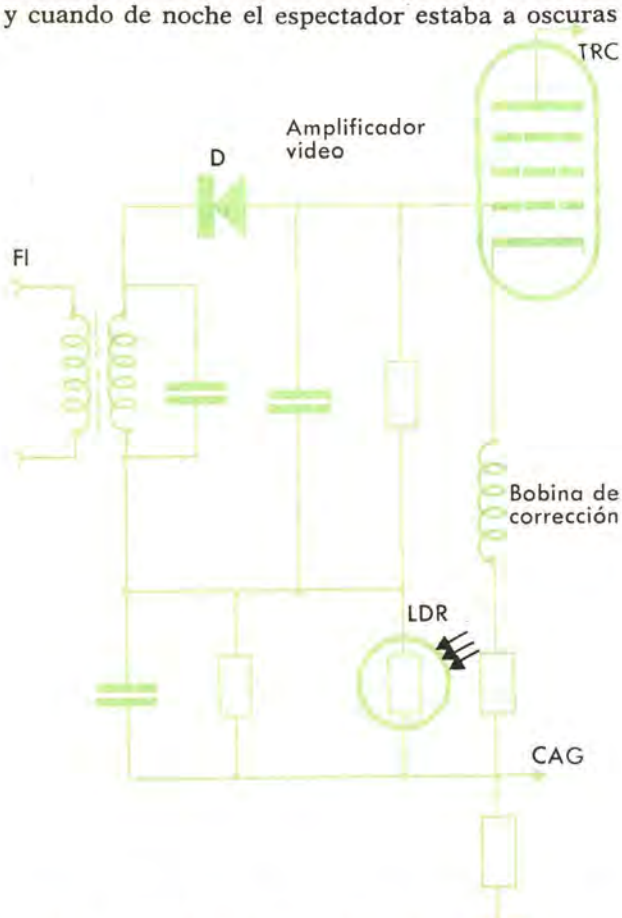


Figura 17. — Control automático de contraste, en función de la luz ambiental, por medio de una resistencia LDR, actuando en la polarización de la rejilla de la válvula amplificadora de video.

Pero no en todas las horas que se emite televisión la recepción estará en las mismas condiciones de luz ambientales; por tal motivo un receptor televisivo, ajustado para recibir una buena imagen por la noche, con la definición y contraste deseados por el telespectador, no lo podrá estar en las condiciones de una emisión diurna, ya que la luz ambiental habrá cambiado forzosamente.

Por ello en algunos televisores se emplea un elemento foto-resistivo (LDR), siglas en inglés de «Light Dependent Resistors»; o sea, una resistencia dependiente de la luz que se instala como un adorno en la parte frontal del televisor, al alcance de la luz ambiental, y que actúa eléctricamente en el circuito.

Este control automático de brillo y contraste puede instalarse tanto a la salida del detector y actuar sobre la rejilla del primer paso amplificador de video (fig. 17), como a la salida del amplificador de video para actuar en la propia rejilla del TRC (fig. 18).

El caso de la figura 17 es parecido al descrito en el control de calidad y contraste de la figura 15, sólo que aquí la resistencia LDR actúa en el escape de rejilla, modificando la polarización de ésta, de acuerdo con las variaciones de iluminación del ambiente donde está instalado el televisor.

Para el segundo caso citado vemos en la figura 18 que la fotorresistencia LDR está en paralelo con la resistencia de la pantalla de la válvula amplificadora de video, de manera que actúa por variación de transconductancia. Al aumentar la luz ambiente (por ejemplo, al encender una luz o abrir una puerta) el valor resistivo de LDR decrece y al encontrarse en paralelo con la resistencia de pantalla R_1, el valor del conjunto decrece. Ello da motivo a un aumento de tensión de la pantalla, permitiendo un incremento de amplificación de la válvula y por supuesto del contraste. Al mismo tiempo, la tensión de reja del tubo de imagen

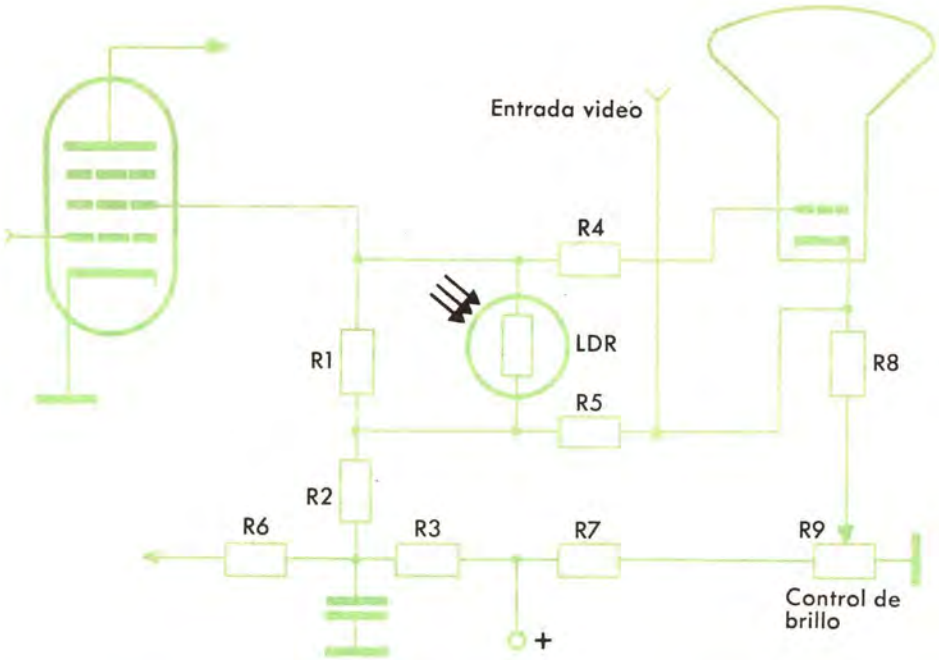


Figura 18. — El mismo control automático de contraste con LDR, actuando simultáneamente en rejilla pantalla de la válvula amplificadora de video y en rejilla control del tubo de imagen.

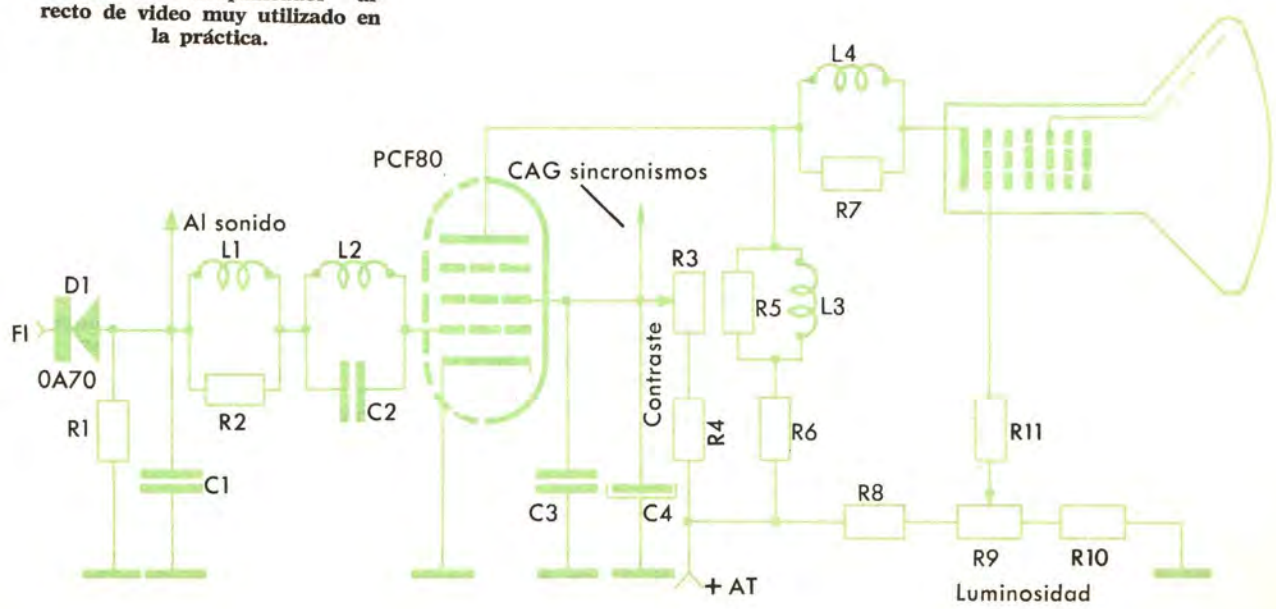
aumenta también, a través de la resistencia R_4 y, con ello, el brillo de la pantalla del mismo.

Indudablemente, el *control automático de contraste* es complementario del *control manual de contraste*, ya que el primero actúa de corrector del nivel establecido por el usuario en el segundo. Téngase en cuenta que no todos los telespectadores tienen la misma apreciación de contraste ni el mismo «gusto» para el mismo, y por ello debe siempre preverse el regulador manual.

Circuitos prácticos de amplificadores de video

La figura 19 muestra un circuito muy empleado de obtención y aplicación de la señal de video. El detector de video está constituido por el correspondiente diodo de germanio y su circuito de carga R_1 C_1. El amplificador de video es de un solo paso con la sección pentodo de la válvula PCF 80 (cuya sección triodo se utiliza para otros

Figura 19. — Amplificador directo de video muy utilizado en la práctica.



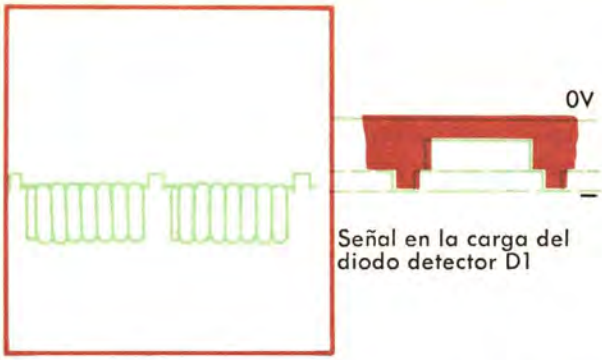


Figura 20. — Señal de polaridad negativa a la salida del detector y oscilograma correspondiente a un nivel constante de modulación aplicada para control.

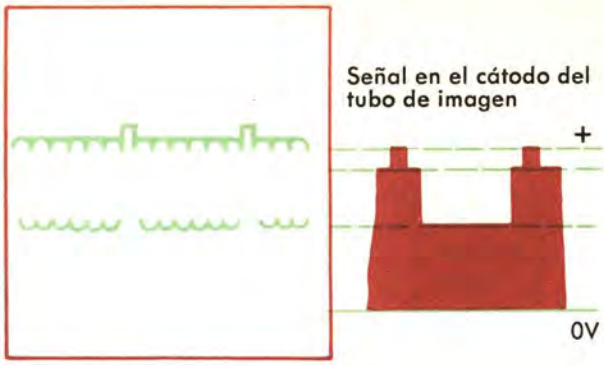


Figura 21. — La misma señal de la figura 20, obtenida a la salida del amplificador de video.

fines. como amplificadora del CAG). La señal de video del detector se áplica a la entrada —rejilla— de la válvula amplificadora, a través de una bobina de pico serie L_1, en paralelo con la resistencia R_2, y una trampa formada por L_2-C_2 para atenuar la frecuencia interportadora de sonido de 5,5 MHz.

La polaridad del diodo proporciona una señal de video (fig. 20) con los impulsos de sincronismo en la dirección negativa. Estos impulsos aparecen en la placa del pentodo en la dirección positiva (fig. 21).

Puesto que la señal de video tiene un nivel de negro constante, debido a una señal constante

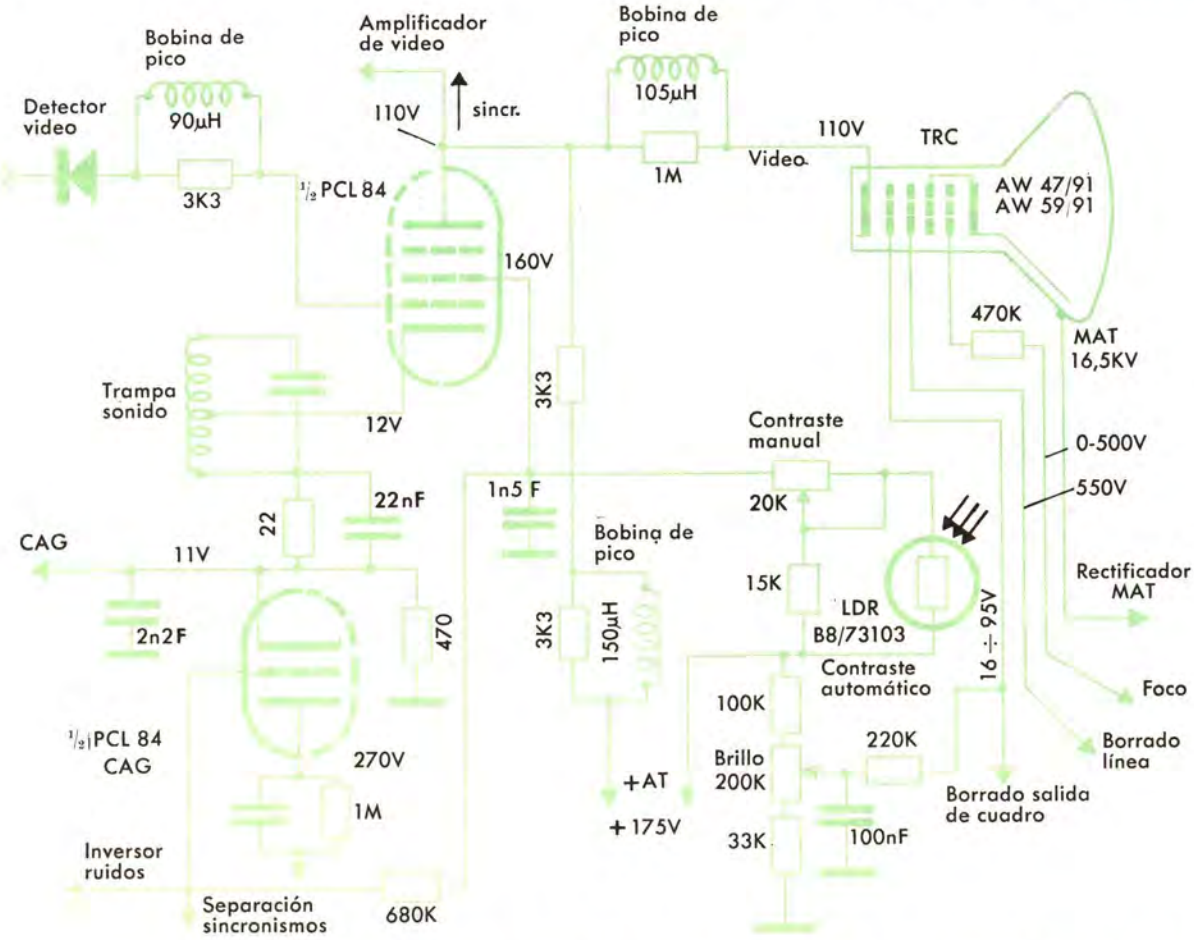


Figura 22. — Amplificador de video y de CAG, con detalle de las tensiones normalmente en juego, valores de las inductancias de pico. El control manual de contraste se halla complementado con el automático con célula fotorresistiva LDR.

Figura 23. — Constitución normal de la bobina de pico.

de FI en la entrada del detector, constancia que se obtiene mediante un eficiente CAG, aplicado a los amplificadores de RF y FI, la restauración de la componente continua no es necesaria. También es constante, en estas condiciones, la amplitud de los impulsos de sincronismo.

La placa del pentodo amplificador de video está acoplada al cátodo del tubo de imagen, mediante el sistema de corrección serie-paralelo de L_3-L_4.

La regulación del contraste se efectúa variando el potencial de la rejilla pantalla del pentodo.

El circuito de la figura 22 representa el amplificador de video de un televisor, utilizando la sección pentodo de la válvula PCL 84. La señal procedente del detector de video se inyecta a la rejilla de dicha válvula a través de una bobina de pico de 90 μH derivada con una resistencia de 3K 3 que le sirve de soporte. Decimos de soporte porque en estos filtros se acostumbra a bobinar la bobina (inductancia sobre el mismo cuerpo de la resistencia de paso de la corriente continua, figura 23).

En el circuito del cátodo se dispone un circuito resonante a 5,5 MHz que elimina la interportadora de sonido que pudiera estar presente —en forma de granillo en la pantalla del tubo de imagen—, así como un circuito RC (22 Ω/22 nF) para la corrección de la respuesta de video. La tensión de la rejilla pantalla se hace variable por medio del potenciómetro de contraste, que se corrige automáticamente con la fotorresistencia LDR. Precisamente, en la rejilla pantalla se toman las tensiones de referencia para la válvula amplificadora de CAG y separador de sincronismos.

En el circuito de placa se encuentran las bobinas de pico correctoras de la capacidad de salida de video y la resistencia de carga, así como la toma de sincronismo. El cátodo del tubo de imagen queda así acoplado directamente a la placa de la amplificadora de video, por lo que cualquier variación en la amplitud de la portadora recibida, así como la profundidad de modulación, afectan al brillo de la pantalla.

El control de brillo regula la polarización de

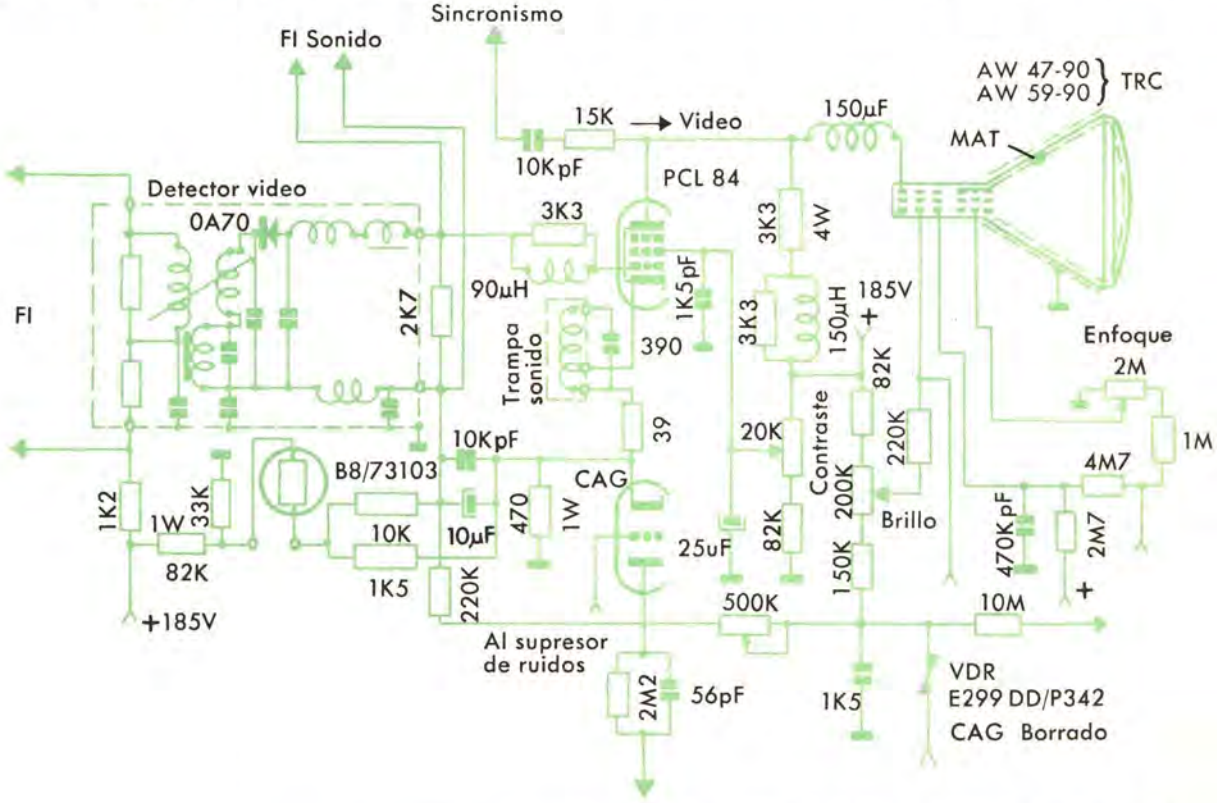


Figura 24. — Amplificador de video y de CAG similar al de la figura 22, aunque con el control automático de constraste, situado en la rejilla control de la amplificadora de video.

la rejilla de control del tubo de imagen (siempre negativa con respecto al cátodo); en esta rejilla se inyectan las señales de borrado del retorno vertical.

La figura 24 muestra un circuito muy parecido al de la figura 22; en éste el control automático de luminosidad y contraste, con la célula LDR de sulfuro de cadmio, actúa sobre la rejilla control de la válvula amplificadora de video, variando su pendiente, es decir, su ganancia. Para ello la ten-

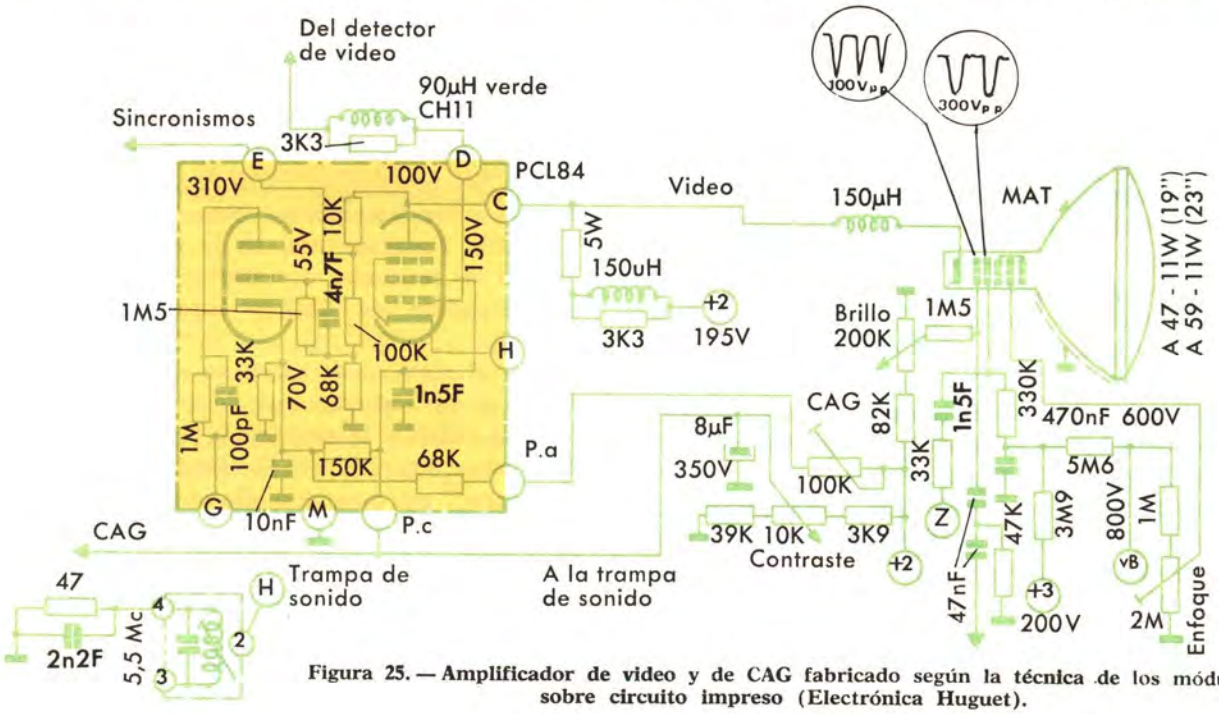


Figura 25. — Amplificador de video y de CAG fabricado según la técnica de los módulos sobre circuito impreso (Electrónica Huguet).

Figura 26. — Fotografía de un módulo de salida de video (Micafix).

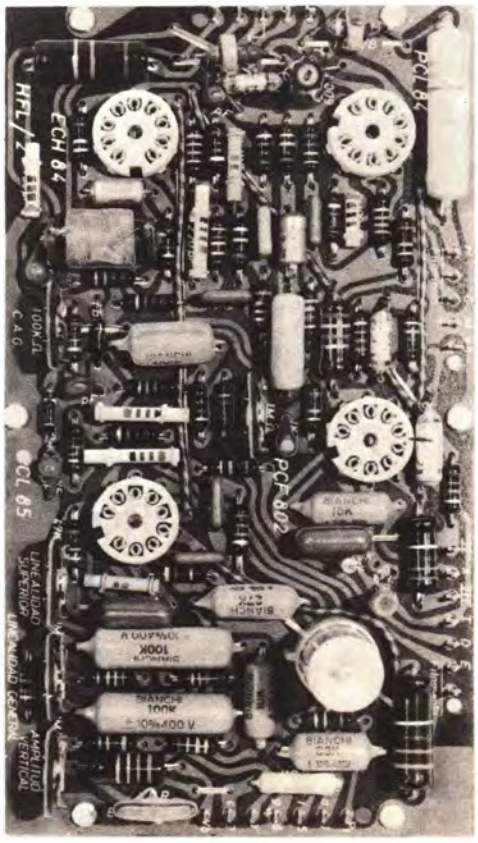


Figura 27. — La pletina constituye el amplificador video, el CAG, los sincronismos y los generadores de análisis (Micafix).

sión «flotante» que se dispone entre el cátodo de la válvula y el punto «frío» de la salida del detector de video se forma por medio de una tensión positiva de la alimentación regulada de la célula LDR y una tensión ajustable procedente de la VDR del CAG.

El correcto funcionamiento de la célula, en relación con el del pentodo amplificador de video y el triodo de CAG, se regula por medio del potenciómetro preajustable de 500 K (esta operación se efectúa con la célula a plena iluminación).

Finalmente señalemos que, hoy en día, la etapa amplificadora de video y CAG se fabrica en muchos casos como componente cableado en forma de módulo sobre circuito impreso (figs. 25 y 26) o incluso forma parte de una gran pletina (fig. 27) ya preparada para ser montada directamente sobre el chasis del televisor

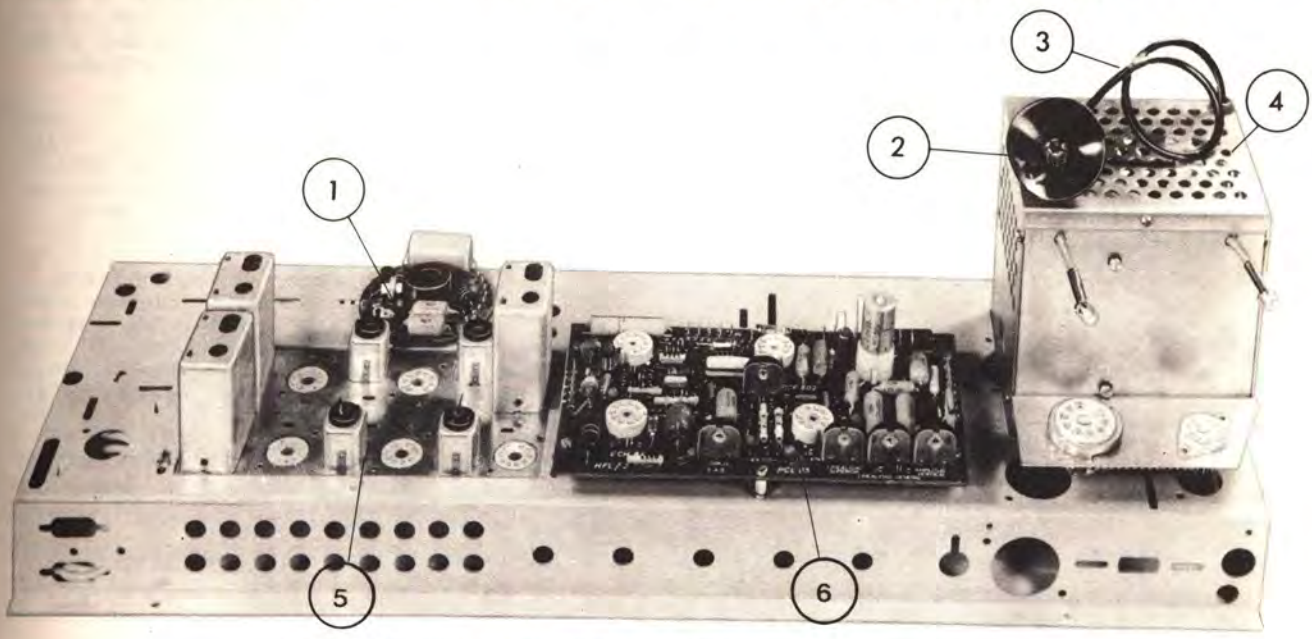


Figura 28. — Disposición de la pletina de la figura 27 en el chasis del televisor (Micafix): 1, módulo TRC; 2, terminal de MAT; 3, cable de MAT; 4, caja de Mat; 5, pletina de FI; 6, pletina del amplificador de CAG, separador y amplificador de sincronismos, comparador de fase, oscilador de línea y barrido de cuadro.

EL AMPLIFICADOR DE VIDEO TRANSISTORIZADO

La panorámica en bloques de un receptor de televisión, con las etapas funcionales básicas ya estudiadas y las auxiliares que estudiaremos en lecciones siguientes, puede también expresarse en las versiones transistorizadas de los televisores híbridos (parcialmente transistorizados) y de los «todo transistores» (figs. 29 y 30).

Por estos diagramas en bloques vemos que en el televisor híbrido se utiliza la válvula para el amplificador de video y por ello es válido todo cuanto queda expuesto. En el televisor totalmente transistorizado, el amplificador de video presenta ciertas particularidades inherentes a las características propias de los elementos amplificadores con semiconductores, que analizaremos a continuación.

Hemos visto anteriormente las características de la amplificación de video, y los problemas que lleva consigo amplificar la señal hasta llegar a un nivel de tensión tal que pueda excitar el tubo de imagen, conservando desde luego su ancho de banda de 5 MHz; separar la información de sonido; disponer de medios para extraer los impulsos de sincronismo; recuperar la componente continua; la tensión para el control automático de ganancia; control de contraste y de brillo, etc.

A las características tan complejas de ese paso amplificador se suman ahora los problemas que traen aparejados el empleo de transistores, con sus bajas impedancias y tensiones de trabajo.

Los circuitos clásicos de compensación de las altas y bajas frecuencias, tanto en serie como en paralelo, se utilizan también aquí para compensar la atenuación que sufre la curva de respuesta, en particular en la zona de altas frecuencias.

Los tipos de transistores, empleados en este paso final de amplificación, son casi siempre los usados en radiofrecuencia, cuya frecuencia de cor-

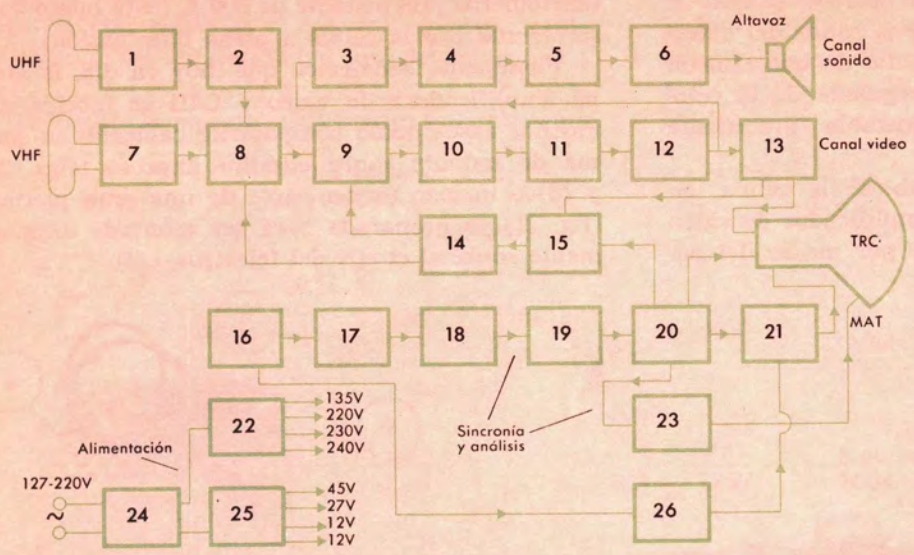


Figura 29. — Diagrama de bloques de un receptor de televisión híbrido, con indicación de las válvulas, transistores y diodos normalmente utilizados.

1. Ampl. UHF AF139. — 2. Oscilador mezclador AF139. — 3. Amplificador FI sonido AF115. — 4. Ampl. FI sonido AF115. — 5. Discrim. audio 2xOA79. — 6. Ampl. audio 2xAC127/128. — 7. Ampl. VHF PC900. — 8. Osciladora mezcladora PCF801. — 9. Ampl. FI controlado AF181. — 10. Ampl FI AF121. — 11. Amplificador FI AF121. — 12. Detector video OA70. — 13. Ampl. video P(F)L200. — 14. Ampl. CAG AC121. — 14. Detector CAG AC127. — 16. Separador sincr. PF(L)200. — 17. Comparador fases (PC(F)802. — 18. Oscilador línea P(C)F802. — 19. Paso de salida línea PL81/PY88. — 20. Transf. salida fil. TRC AT2043. — 21. Unidad desviación AT1021. — 22. 2xBY100. — 23. Rectificador MAT DY51. — 24. Autotransf. alimentación. — 25. 2xBY100/BA100. — 26. Oscilador y final cuadro ECL80.

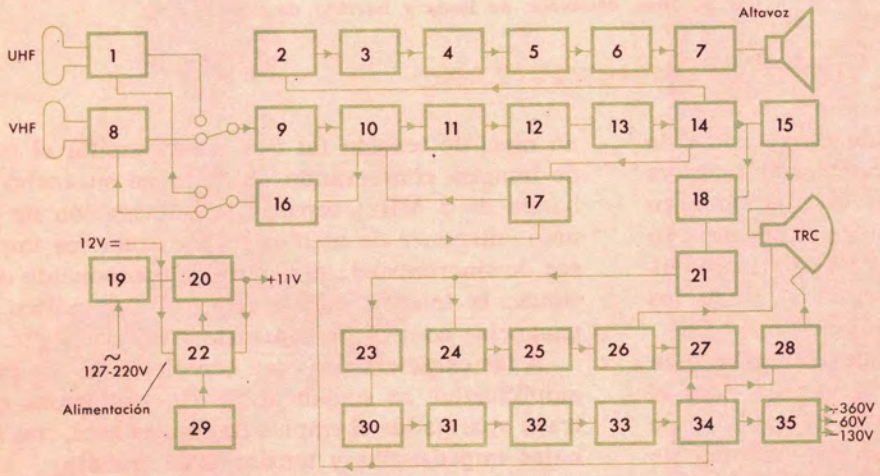


Figura 30. — Diagrama de bloques de un receptor de televisión' totalmente transistorizado. 1. UHF 2xAF139. — 2. Ampl. FI sonido AF115. — 3. Ampl. FI sonido AF115. — 4. Discrim. 2xOA79. — 5. Preampl. audio AC128. — 6. Excitador audio AC127. — 7. Salida audio AC128/AC127. — 8. VHF 2xAF178/AF180. 9. Ampl. FI AF121. — 10. Ampl. FI AF181. — 11. Ampl. FI AF121. 12. Ampl. FI AF121. — 13. Ampl. video AF115. — 14. Preampl. video AF115. — 15. Salida video AF 118. — 16. Ampl. CAG AC127. — 17. Detector CAG AC127/BA100. — 18. Separador sincronismo AC126. — 19. Rectificador red 2xBYY20/BLL21. — 20. Regulador serie AD149/BYY20. — 21. Separador sincronismo AC126. — 22. Ampl. diferencial AC127. — 23. Ampl. sincr. AC126. — 24. Oscilador cuadro 2xAC126/OA81. — 25. Excitador cuadro AC127/OA9. — 26. — Salida cuadro AD149. — 27. Unidad desviación AT1020. — 28. MAT DY51. — 29. Referencia BZ100. — 20. Detector fase AC120. — 31. Etapa reactancia OC44. — 32. Oscilador línea AC128. — 33. Excitador línea AC128. — 34. Salida línea AT2042. — 35. Video y TRC 3xBYX10.

te es cercana a los 100 MHz, con el fin de que la respuesta sea correcta en las altas frecuencias de video.

Pero el problema más importante es la necesidad de disponer de transistores capaces de excitar el tubo de imagen, puesto que como sabemos se necesitan por lo menos unos 70 V para atacar a la rejilla del TRC. Los transistores comunes no sirven para esta aplicación, ya que no pueden soportar tensiones de este orden sin correr el peligro de deteriorarse.

Se están utilizando tipos de tubos de imagen para televisores portátiles con características especiales con el fin de conseguir la suficiente sensibilidad, al reducir a la mitad la tensión de excitación de la rejilla de mando.

Ganancia y ancho de banda

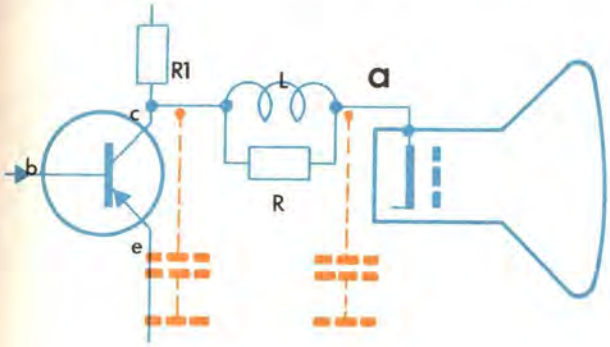
Partiendo de la base de usar el mismo tipo de tubo de imagen, que hemos citado al describir el amplificador a válvulas con una pantalla de 23 pulgadas, es decir, con una tensión de rejilla de mando del orden de 60 V, la ganancia será pues del mismo tipo, puesto que en el caso de los transistores se puede llegar al detector con la misma tensión que se llega con las válvulas; de este modo contamos con una ganancia de 40 veces, o sea, unos 32 dB.

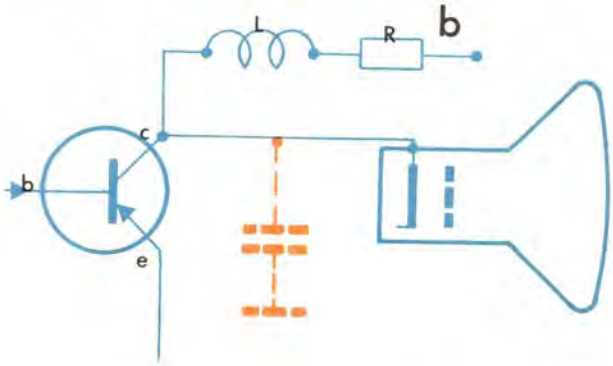
La ganancia citada de 32 dB difícilmente se puede conseguir con un solo paso de amplificación, tal como sucede en los televisores a válvulas, y es por eso que, en casi todos los televisores transistorizados, el amplificador de video se compone de dos pasos: un primer paso como preamplificador y un segundo como paso final.

En cuanto al ancho de banda es el mismo estipulado de 5 MHz, que hemos citado anteriormente. Aquí, como en las válvulas, el ancho de banda está limitado por las capacidades en paralelo que se acoplan a la impedancia de carga; o sea, capacidades de entrada y salida de los transistores, las del conexionado, las de acoplo en el tubo de imagen. Pues bien, con el fin de reducirlas al mínimo, se cuida escrupulosamente el conexionado (lo más corto posible) y se emplean compensaciones en serie o en paralelo tal como indica la figura 32.

La compensación en serie consiste en colocar una bobina de corrección en serie con la línea que lleva la señal de video, y se comporta como un filtro pasa-bajo sintonizado por las capacidades residuales y reales, cuyo efecto es aumentar la ganancia en las altas frecuencias.

En cambio, la compensación en paralelo se obtiene montando una bobina en serie con la resistencia de carga R, cuya bobina está de hecho conectada en paralelo entre la línea de video y la masa. En la resonancia aumenta el valor de la





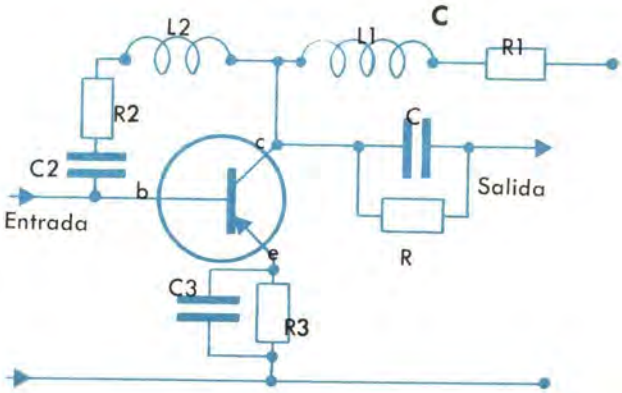


Figura 31. — Circuitos de compensación en el amplificador de video: a) compensación en serie; b) compensación en paralelo; c) compensación mixta y corrección de la curva de respuesta del amplificador.

carga precisamente en las altas frecuencias, tal como vimos en el caso de las válvulas.

La compensación mixta es el conjunto de las dos compensaciones antes citadas y se emplea en algunos casos para conseguir una mayor linealidad de la curva a todas las frecuencias de video, que como se sabe van desde unas decenas de hertzios hasta 5 MHz.

El ajuste de los circuitos de compensación es aquí algo delicado, pues hay que conseguir la compensación para una determinada corriente de colector, ya que cualquier variación de la corriente de colector Ic modifica a la vez dos magnitudes, o sea, la ganancia y las impedancias de entrada y salida.

Número de transistores

Ya hemos dicho que no podía conseguirse la ganancia necesaria con un solo transistor y que normalmente se usaban dos pasos. Sin embargo, con uno solo de los modernos transistores de silicio se puede alcanzar la ganancia deseada, especialmente en el caso de televisores portátiles que necesitan menos tensión de modulación con los tubos de imagen expresamente estudiados para estos televisores, pero las impedancias de entrada y salida hacen que la amplificación se consiga con un buen rendimiento.

Con dos pasos de amplificación se alcanza una ganancia igual o quizá mayor a la de una válvula pentodo de potencia, como la PCL 84 que hemos visto utilizada en las explicaciones precedentes. Además, con dos pasos a transistores se pueden resolver mejor los problemas de los circuitos transistorizados de video como veremos.

Paso de entrada de video

Normalmente, el diodo detector de video está unido a la base del primer transistor amplificador de video por medio de un acoplamiento directo, y con polaridad negativa. La conexión directa del diodo al amplificador permite amplificar la componente continua del control automático de ganancia, así como la señal de video.

Para la amplificación suele utilizarse el montaje de colector-común, puesto que presenta una adecuada impedancia de entrada con relación a la resistencia de carga del detector. La polarización de este transistor debe ser cuidadosamente ajustada para permitir la máxima variación de la tensión del colector.

En cambio, el montaje en base-común puede proporcionar un ancho de banda mayor que el que podría dar un circuito colector-común, pero no se usa a causa de que la impedancia de entrada es excesivamente baja, la cual no llega ni siquiera al centenar de ohmios. Tampoco se utilizan los circuitos de emisor común, porque las impedancias de entrada y salida que ofrecería el transistor serían muy dispares para poder acoplarlas, ya que en términos generales, entre una y otra impedancia, hay por lo menos una proporción de mil veces más.

En conclusión, sólo es aconsejable el montaje de colector-común para el amplificador de video.

Componente continua de video

Aquí también puede producirse la pérdida de la componente continua, según el tipo de acoplamiento que se utilice entre pasos amplificadores (por condensador o directo).

La restauración de la componente continua, en la forma que hemos visto anteriormente (por diodo o por rejilla) en el caso de válvulas, ya no

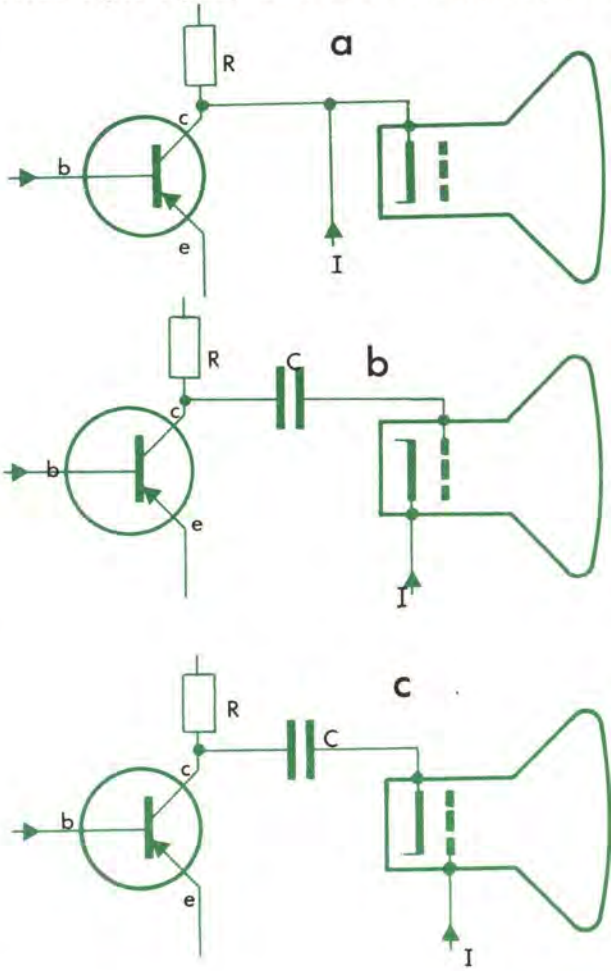


Figura 32. — Aplicación de los impulsos de borrado para la supresión del trazo o de retorno en los televisores transistorizados.

se usa. La solución adoptada en casi todos los circuitos prácticos es regenerarla por medio de impulsos sincrónicos, que producen los generadores de análisis de barrido vertical y horizontal; en especial, se impulsa a la señal para que llegue hasta la zona de borrado, tal como veremos más adelante.

Supresión del retorno

En los receptores transistorizados se aplica casi siempre la supresión del retorno de líneas, tanto vertical como horizontal.

Los impulsos de borrado pueden aplicarse al colector de salida de video o al cátodo o rejilla del TRC, tal como se indica en la figura 32.

Control de brillo o de luminancia

El control de brillo en los televisores transistorizados se obtiene de la misma manera que en los televisores con válvulas; es decir, variando la polarización entre rejilla y cátodo del tubo de imagen.

La tensión para gobernar este control de brillo puede aplicarse tanto a la rejilla como al cátodo del TRC, como indica la figura 33, mediante un potenciómetro accionado por el propio usuario.

En realidad, en las etapas transistorizadas, los circuitos de control de brillo son más complejos que los mostrados en la figura, debido a que es necesario alimentar la rejilla o bien el cátodo con señales de video, señales de borrado y señales de brillo, para lo cual se precisan otros elementos en el circuito.

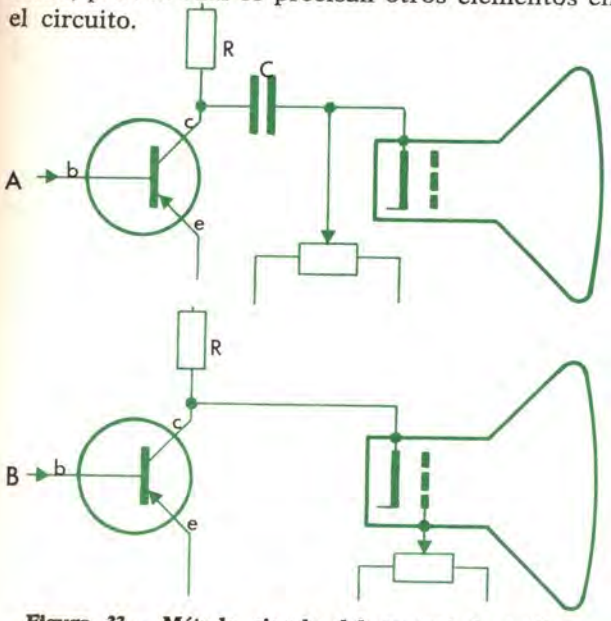


Figura 33. — Método simple del control de brillo: a) por cátodo; b) por rejilla.

Regulación de contraste

Con el sistema de interportadoras la regulación de contraste debe efectuarse forzosamente después de la detección, porque los pasos anteriores a ésta amplifican conjuntamente las dos portadoras de video y sonido.

En la mayoría de casos este control o regulación se efectúa mediante una variación de la ganancia del amplificador de video, en tres lugares distintos; a saber: a la salida del propio detector, en el preamplificador o en el paso final.

Lo más normal en estos casos es que el control de contraste se efectúe por medio de una resistencia variable como carga del circuito emisor del transistor previo (fig. 34).

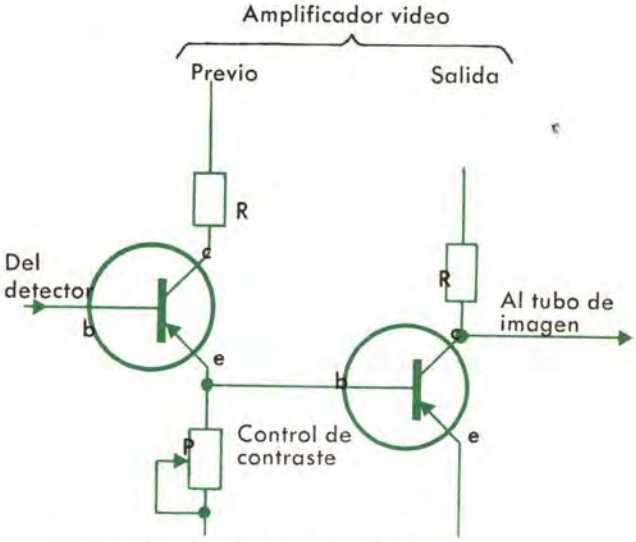


Figura 34. — Situación más corriente del control manual de contraste.

Paso final de video

Como ya sabemos, la salida del amplificador de video puede aplicarse al cátodo o a la rejilla del tubo de imagen.

Aplicando la señal de video al cátodo, varían a la vez los potenciales de rejilla y del primer ánodo con relación al cátodo (por ejemplo, si aplicamos en este caso un potencial al cátodo de polaridad negativa —60 V, la rejilla debe estar con relación al cátodo a un potencial negativo por lo menos de 50 V, según sea el tipo de TRC que se use). Entonces para que la rejilla se encuentre negativa con relación al cátodo, deberemos procurar a aquéllas una tensión negativa de —110 V.

Es costumbre aplicar la señal de video al cátodo, porque para un mismo nivel de señal de video se tiene mayor cambio en la corriente del pincel electrónico, llegando incluso a ser un 20 % superior. Es decir, para una misma corriente de emi-

sión del pincel electrónico se requerirá un 20% menos de señal de video modulando por el cátodo.

La salida de video nos debe proporcionar un nivel de tensión de cresta por lo menos de 80 V para excitar la rejilla del tubo de imagen; por tal motivo es preciso obtener una fuente de tensión de alimentación en continua, que sea superior a estos 80 V. En el caso de los televisores portátiles, la tensión de alimentación por batería es normalmente de 12 V, y entonces la citada tensión de unos 100 V se consigue a través de la rectificación de la tensión alterna, procedente del transformador de salida de línea del generador de barrido horizontal. Detalle que estudiamos en los circuitos de sincronismo y de alimentación del receptor.

No obstante, algunos televisores utilizan un convertidor de corriente continua independiente del generador de salida de líneas.

En los televisores portátiles se busca que el amplificador de video tenga un buen rendimiento con un consumo mínimo de potencia.

Amplificadores de video transistorizados actuales

La descripción de circuitos prácticos la basaremos en los amplificadores de video para televisores del tipo portátil, puesto que son éstos los que presentan mayor aplicación práctica actual.

No obstante, cabe prever una próxima evolución en los televisores de uso doméstico y gran pantalla, incluso en color, con la mejora constante y acelerada de los dispositivos semiconductores, y es segura la enorme simplificación *física* del televisor por medio de los circuitos integrados, que ya invaden el mercado de componentes electrónicos.

Ante todo debemos señalar la importancia que tiene para el circuito transistorizado conocer de antemano el tipo de TRC que se utilice. En primer lugar recordaremos que los televisores portátiles se alimentan con un acumulador en los desplazamientos, y casi todos llevan dispositivos para ser alimentados por la red, es decir, la alimentación mixta.

Ahora bien, el tubo de imagen necesita tensiones elevadas, tanto para la desviación electrostática del pincel electrónico, como para la tensión de video y para la alimentación de sus electrodos, lo cual repercute evidentemente sobre la fuente de alimentación.

Los TRC normales se adaptan poco a las exigencias de un televisor portátil y transistorizado. Casi todos los especiales para TV portátil son de pantalla pequeña, máximo de 11 pulgadas, con ángulos de desviación de 90° y algunos de 110°.

Sus características por término medio son las siguientes:

Caldeo 12 V y 65 mA = 0,78 W.
Tensión anódica = 10 kV.
Rejilla de mando = 30 V.
Rejilla pantalla = 90 V.
Rejilla concentración hasta 400 V.

Un amplificador de video transistorizado típico, para televisores portátiles de 11 pulgadas, es el representado en la figura 35.

Este amplificador comprende dos pasos de amplificación, uno previo con el transistor AF115 y un paso de salida equipado con el transistor AF118 con acoplo directo al TRC; ambos del tipo p-n-p de germanio.

La detección está asegurada por el diodo D 1 0A 70 o bien 0A 90, en los extremos de cuya resistencia de carga de 2K7 se obtiene una tensión máxima de video de 3 V. La capacidad total del paso (real y aparente) no excede a 10 pF.

El primero de los transistores actúa de previo, e incluso como amplificador de la nueva frecuencia de sonido, obtenida por batido en el detector y aplicada al primario del transformador T 1.

La tensión de video presente en el potenciómetro P 1 se utiliza para el detector de CAG.

El contraste se regula por la acción del CAG, variando la corriente del seguidor de emisor con el potenciómetro P 2.

El transistor preamplificador AF 115 ha de tener una ganancia superior a 100 y una frecuencia de corte elevada. El emisor de este transistor está unido a la base del paso de potencia, por medio de una bobina de corrección en serie (L 3 = = 10 μH).

Entre el emisor y su alimentación se intercala un filtro L 2, sintonizado a 5,5 MHz, de manera que elimine la presencia de sonido en la imagen.

El circuito de emisor previo proporciona la baja impedancia de ataque al transistor de salida de video.

El paso de potencia está dotado del transistor AF 118, que admite una tensión máxima de colector-emisor de unos 80 V. La corriente máxima de colector puede llegar hasta 40 mA y la frecuencia de corte es superior a 80 MHz. La ganancia de este paso final es de 30 y su compensación se obtiene mediante una contrarreacción de 180 Ω, sin desacoplar, desde el emisor a la alimentación. El colector del paso de potencia está acoplado directamente al cátodo del tubo de imagen, siendo L_4-3K3 la impedancia de carga. Las tensiones

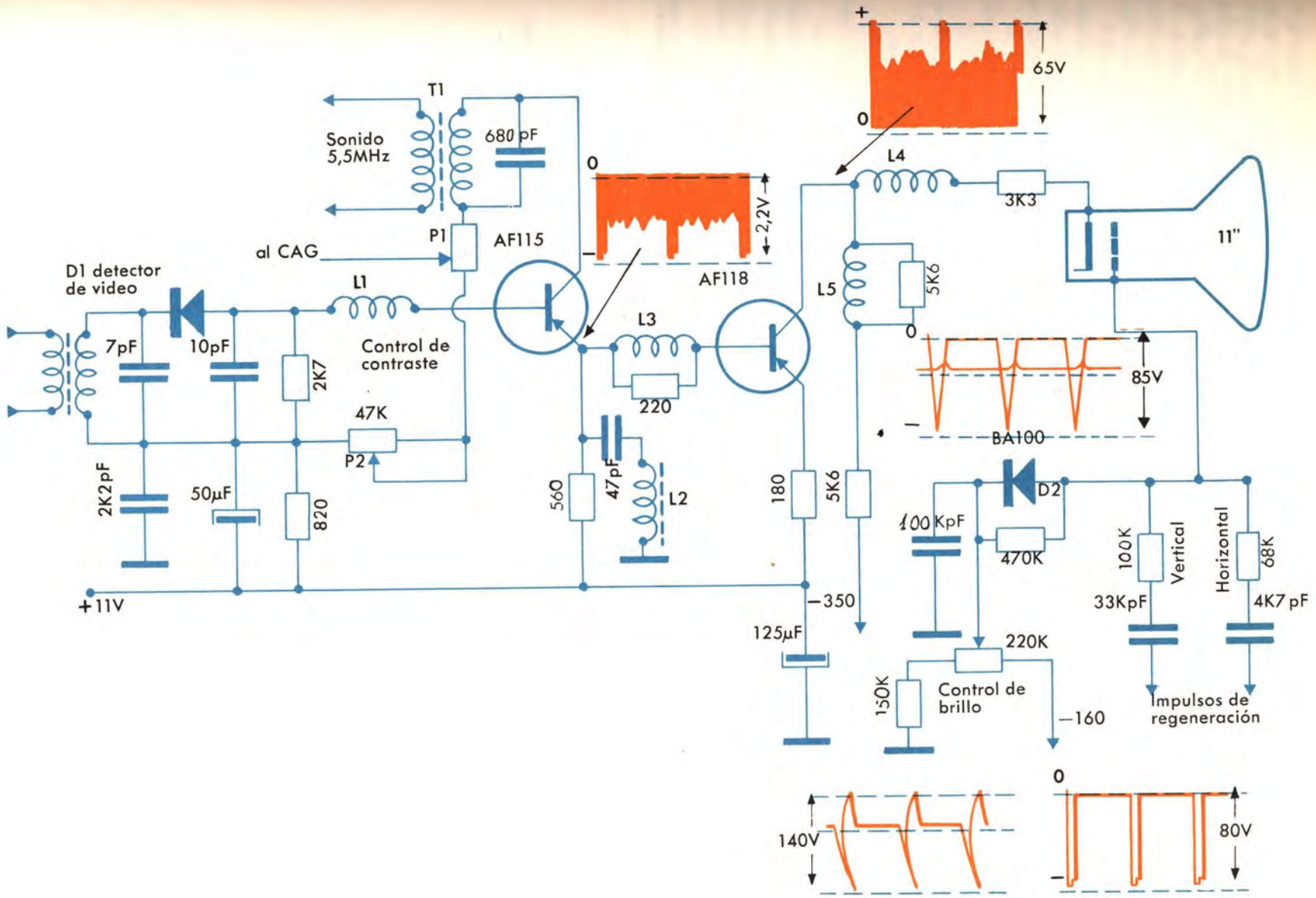


Figura 35. — Amplificador transistorizado de video (Copresa-Miniwatt).

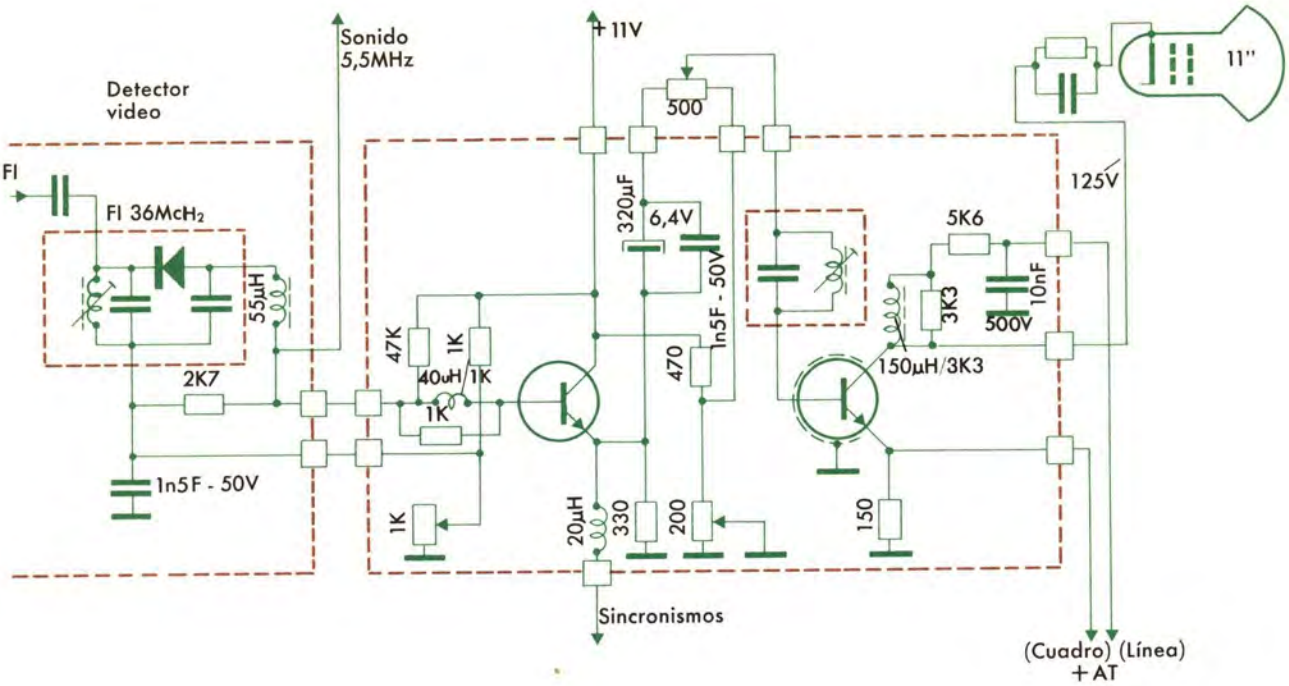


Figura 36. — Amplificador transistorizado de video fabricado sobre módulo de circuito impreso (Kupper).

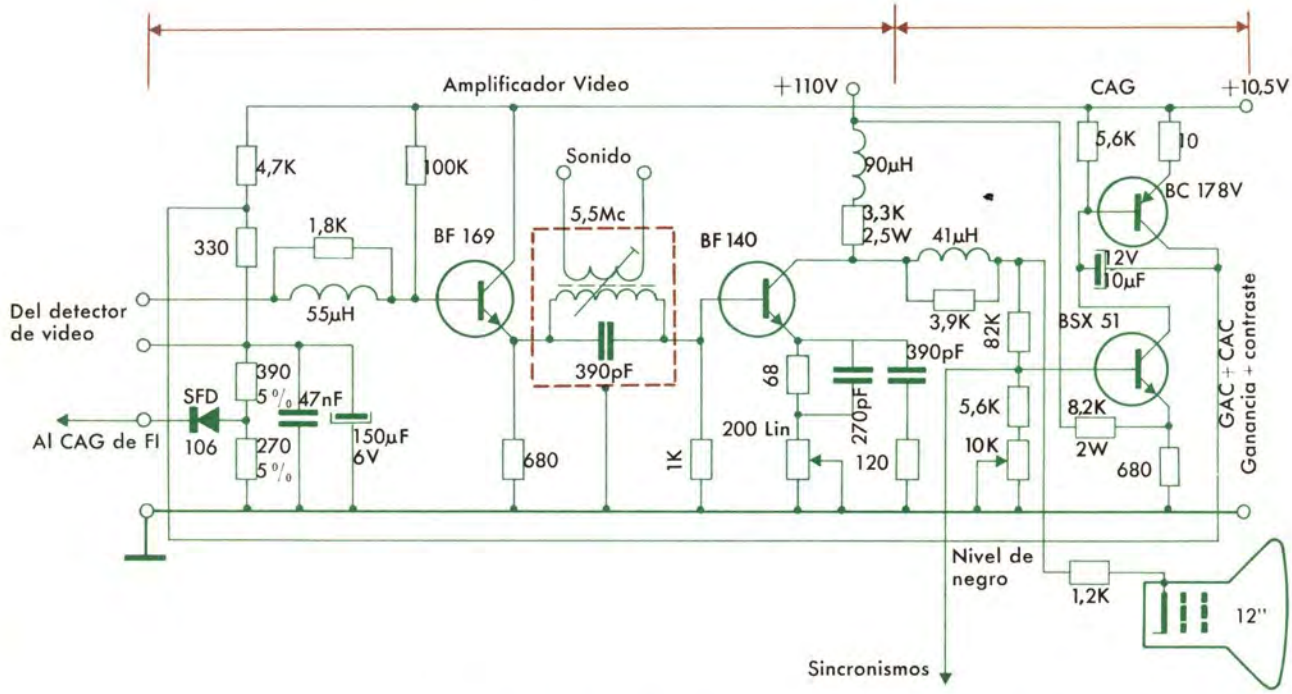


Figura 37. — Amplificador video y CAG con transistores de silicio para tubo de imagen de 12" (Mistral).

de alimentación del último transistor y del tubo de imagen se obtienen por medio de diodos rectificadores, que se manifiestan conductores durante el período de exploración. Están dispuestos (con polaridad adecuada al servicio que se destinan) en los generadores de señales de sincronismo, y por medio de filtros adecuados alimentan el colector del transistor y la rejilla del TRC.

Esta rejilla se polariza con una tensión negativa de unos 160 V y además se le aplican los impulsos de regeneración para el retorno y borrado de líneas de la imagen.

El diodo D 2 tiene por objeto derivar a masa todo resto de polaridad que no sea negativa.

El esquema en cuestión proporciona una buena linealidad de la respuesta, lo mismo en amplitud que en frecuencia.

Hemos indicado asimismo, en la figura, los oscilogramas que pueden obtenerse en los puntos clave señalados del circuito.

La figura 36 muestra un amplificador de video basado en el mismo principio anterior, aunque con pequeñas variantes de detalle y previamente fabricado, según la técnica de los módulos o pletinas de circuito impreso.

La figura 37 muestra un amplificador de video constituido por dos transistores de silicio. El transistor previo trabaja en circuito de colector común para permitir el acoplamiento de impedancia entre el detector de video con la entrada a baja impedancia de la etapa de salida de video. Esta última se alimenta a 110 V a partir de la etapa de salida de línea y está dotada de la correspondiente compensación serie-paralelo y red RC sobre el emisor para mantener constante la banda pasante de 5,5 MHz al variar la regulación de contraste.

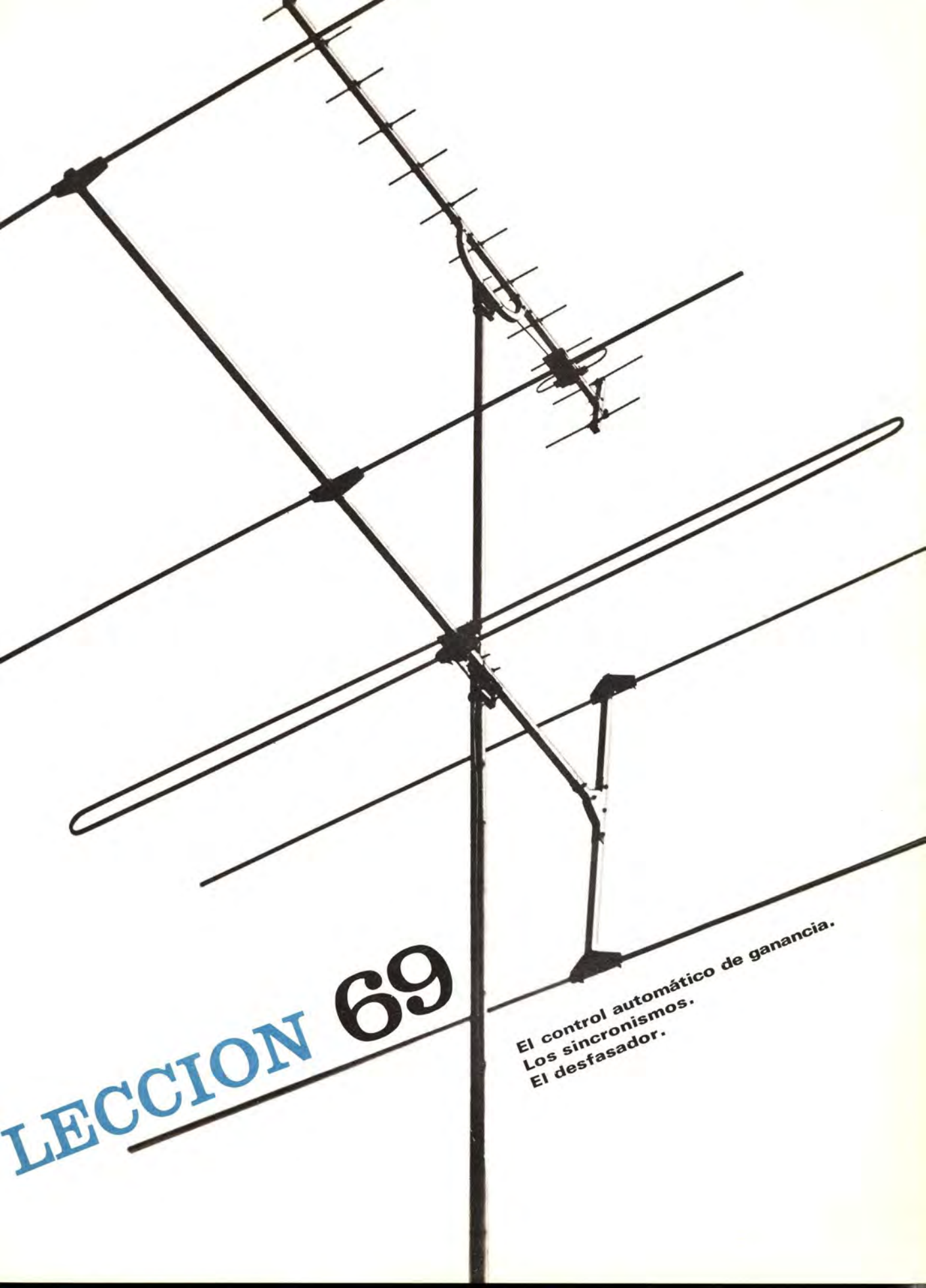
Con los transistores de silicio este amplificador permite una salida sin distorsión de hasta 98 Vpp (98 voltios de pico a pico).

El control de contraste se sitúa pues en el emisor de la etapa de salida y actúa entonces reduciendo por contrarreacción la ganancia de dicha etapa.

El filtro resonante paralelo sintonizado a la frecuencia de 5,5 MHz, situado entre las dos etapas previa y de salida, atenúa la interportadora de sonido y permite su separación. La resistencia de 1 kΩ después del filtro reduce los efectos de la regulación de contraste sobre la interportadora de sonido.

Los dos transistores siguientes del circuito permiten el establecimiento de la tensión de control CAG y del nivel del negro, actuando asimismo como amplificador de CAG.

* * *



LECCION 69

El control automático de ganancia.
Los sincronismos.
El desfasador.

ESTUDIO DE LOS DIFERENTES CIRCUITOS DE CONTROL AUTOMATICO DE GANANCIA (CAG)

EL CONTROL AUTOMATICO DE GANANCIA

El control automático de ganancia consiste en un dispositivo especial, considerado como accesorio al receptor televisivo con objeto de lograr la estabilidad de recepción si se recibe a larga distancia, pues para un receptor muy cercano al transmisor no haría falta dicho control.

Consiste en gobernar la amplificación de la señal que llega en antena para que se conserve prácticamente constante el nivel de la misma en el detector; de este modo la imagen que se reproduce en la pantalla no sufre desvanecimientos («fading») en función de la señal de llegada en antena. La función básica del control automático de ganancia (CAG) es, pues, reducir la ganancia del amplificador cuando se recibe una señal fuerte; disminución que se produce automáticamente si aumentamos la polaridad negativa de rejilla en los pasos de RF y FI. Cuando llega una señal débil aumenta la ganancia del amplificador mediante una disminución de la tensión de polarización de rejilla. Con ello se consigue una regulación automática sin necesidad de tocar el control manual de contraste, cada vez que varía el nivel de la señal.

Como es ya sabido, los receptores de radio utilizan también este control basado en la tensión obtenida en la detección, la cual después de filtrada se aplica a las rejillas de los pasos amplificadores. No obstante, el problema en televisión es algo distinto, porque en radio la tensión media detectada corresponde aproximadamente al valor de la intensidad de señal de modulación; en cambio, en televisión las condiciones exigidas son muy diferentes todo y siendo similares en el fondo, pues si escogemos el nivel medio detectado, constantemente variable —no en función de la magnitud de la señal recibida en antena, sino en función del contenido de tonos de la imagen reproducida—, nos encontramos que el valor medio de la tensión detectada sería constantemente variable, aunque la intensidad de señal recibida en antena fuera constante, y la ganancia variaría en función de las tonalidades de la imagen. A continuación estudiaremos con mayor detalle todo lo relacionado con esto.

Clasificación de los circuitos de CAG

Existe una gran variedad de circuitos destinados al control automático de ganancia, desde los más sencillos hasta los más complicados. Con ellos se ha buscado mejorar al máximo las condiciones de recepción televisiva a larga distancia de señales débiles, variables en amplitud e influidas por infinidad de interferencias industriales y atmosféricas que existen en algunos lugares.

Así, pues, las hay de un simple circuito, como el detector de video con corriente de polaridad única, variable en amplitud como fuente de origen para el CAG, hasta los circuitos que recogen los impulsos de sincronismo incluidos en la señal de video, reforzados con impulsos de los transformadores de línea, evidentemente rectificados a una sola polaridad, filtrados y amplificados con una sola válvula pentodo, y otros circuitos, en que los impulsos se aplican sin filtrar para que entren en coincidencia y fase con los sacados del detector de

video para obtener un control automático combinado en que la ganancia puede considerarse constante y uniforme y de acción rápida sin retardo, incluso contribuyendo a reducir al mínimo las perturbaciones industriales.

Con toda esta infinidad de conceptos, la clasificación del CAG puede considerarse concentrada en cuatro grupos, a saber:

1.º Tomando como fuente el detector de video (valor medio de la tensión detectada).
2.º Tomado de una fuente separada, en la que se obtienen los valores de cresta de la portadora de video.
3.º Tomado de una fuente separada y amplificado posteriormente.
4.º Combinando por coincidencia los impulsos de sincronismo sacados de la portadora de video y los impulsos del transformador de líneas, para formar una sola señal destinada al control automático de ganancia.

Para conocer con detalle estos grupos los iremos estudiando uno por uno, deteniéndonos particularmente en la exposición del funcionamiento de los dos últimos, por ser más precisos pero también más complicados, y finalmente daremos algunos esquemas comerciales.

Para obtener una ganancia uniformizada, los puntos de aplicación en el circuito pueden ser varios, pero normalmente son dos, situados en RF y FI. En algunos casos el control de FI suele actuar en una sola válvula, pero lo más normal es que actúe en los dos primeros pasos de amplificación.

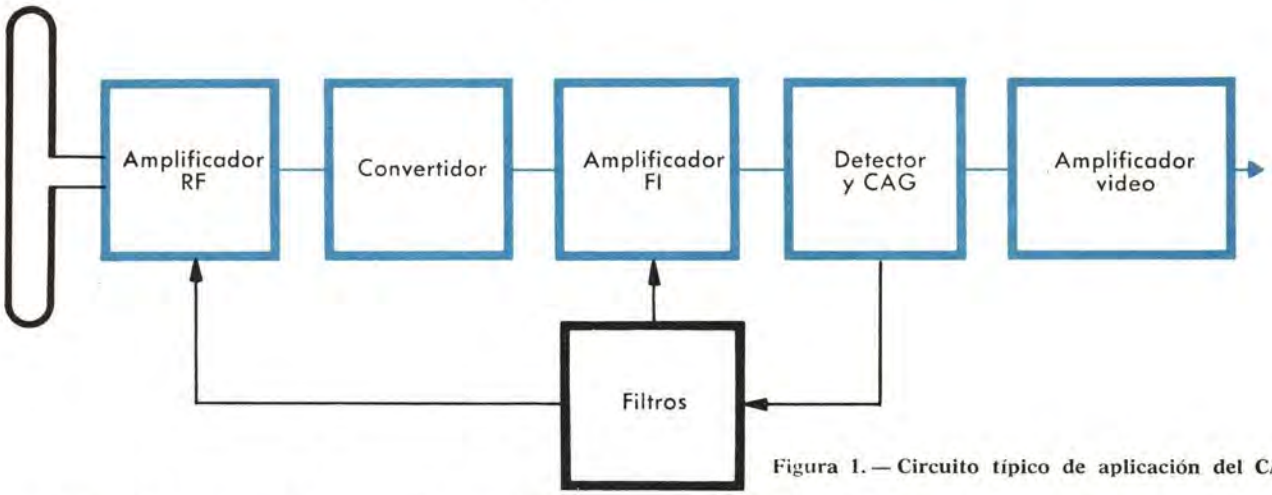


Figura 1. — Circuito típico de aplicación del CAG.

La figura 1 muestra el principio de aplicación.

El control automático de ganancia se aplica, pues, tanto en el bloque de RF como en el de FI. Normalmente, en el bloque de RF está prevista su aplicación con el solo fin de evitar la saturación de la válvula cuando la señal de entrada es muy alta; por lo tanto, la tensión de control deberá ser aplicada con un importante retardo, o sea, un *control automático diferido*; para conseguir este retardo debe existir un circuito que se bloquee con valores muy fuertes de señal, o bien distribuir por caminos distintos el control de RF y de FI con constantes de tiempo adecuadas y diferentes.

CAG con la señal de video

cciones precedentes, al explicar la denominación de la señal hemos explicado el caso más simple en que se podía efectuar el control automático de ganancia por la presencia de una corriente continua a través de la resistencia de carga del diodo detector, cuya polaridad es constante; pero su magnitud es variable en función de la señal, lo cual permitiría llevarla a las rejillas de los pasos amplificadores de RF y FI, para controlar su sensibilidad o bien su ganancia.

En la figura 2 se representa el circuito más simple de un sistema de CAG. La corriente de la señal de video circula por el diodo D, pasando por R2 a tierra o masa, por lo cual la polaridad de R2 es la indicada en el circuito. Cuanto más fuerte es la señal recibida, mayor es la corriente que circula por R2 y mayor es la caída de tensión que aparece entre los bornes de dicha resistencia. Esta tensión de corriente continua de amplitud variable se filtra por medio de la célula R1C1, y la tensión resultante podría servir para polarizar las rejillas de las válvulas amplificadoras.

Por lo tanto, cuanto mayor es el nivel de la señal de entrada, más se puede reducir la ganancia del amplificador, con lo que en parte se conseguiría la acción estabilizadora que se buscaba.

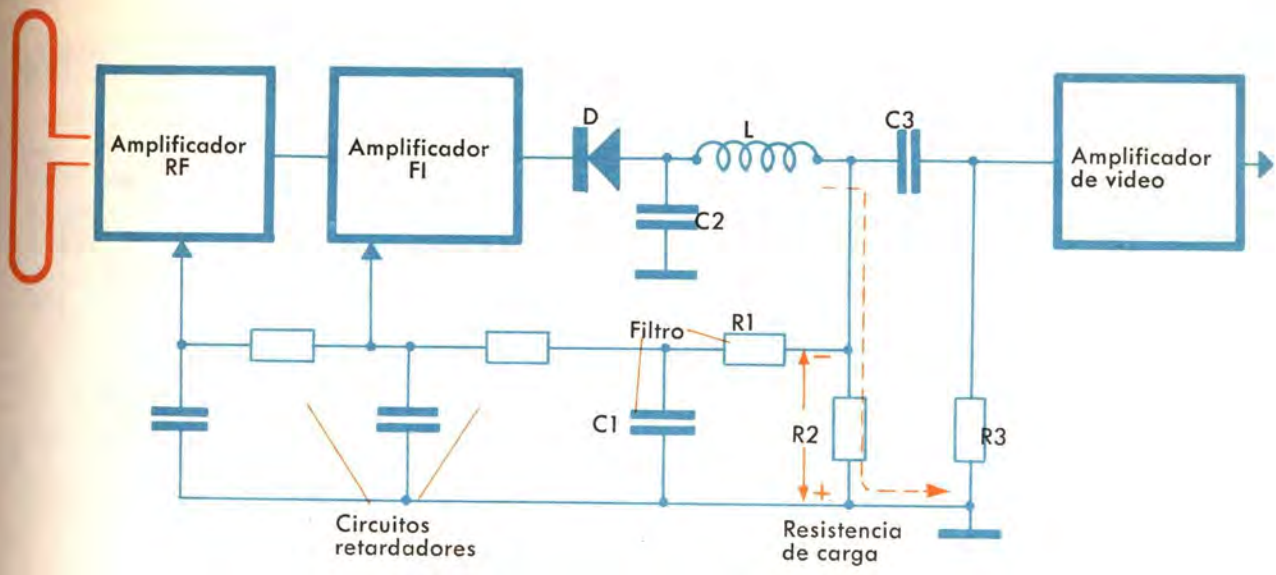


Figura 2. — Sencillo circuito de CAG basado en la tensión de la señal de video.

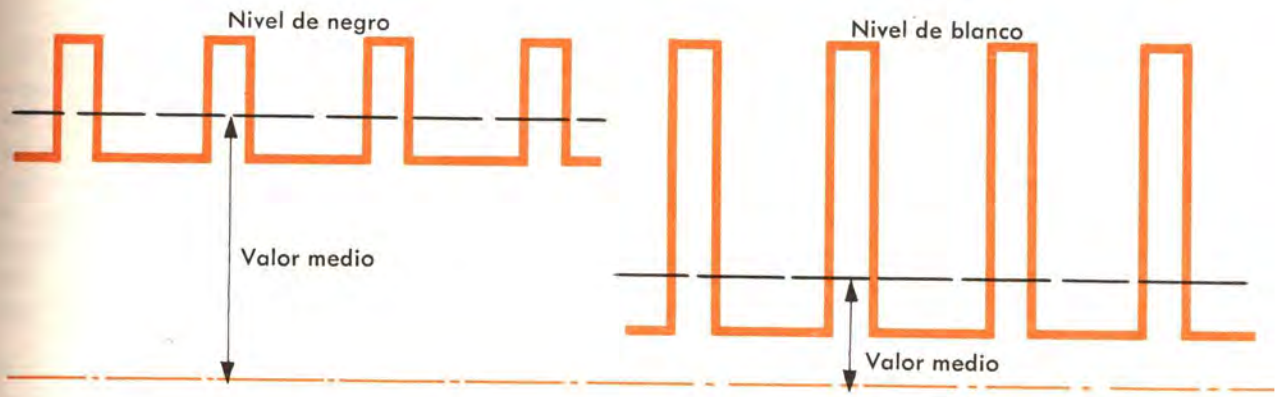


Figura 3. — Representación de la amplitud, y su valor medio, de modulación de la señal compuesta de video en dos instantes de máximo y mínimo.

Pero esta señal obtenida por detección de la señal de video es muy compleja, pues varía con el brillo de la imagen televisada determinando la luminosidad media de fondo del tubo de imagen; ello quiere decir que si el CAG actúa sobre dicha luminosidad, desvirtúa la relación existente entre la intensidad media de la señal y el brillo medio de la imagen televisada.

En efecto, a pesar de mantenerse la señal de antena dentro de un nivel constante, en el caso de que la señal de video sea completamente negra la tensión detectada es mayor que con señales blancas, lo cual quiere decir que el valor medio obtenido por la detección es la suma de todos los impulsos acumulados en el condensador, comprendidos los de video y los de sincronismo; por eso el nivel medio que se consigue como producto de la modulación corresponde a la línea de trazos indicada en la figura 3, en la que hemos querido representar el valor medio conseguido cuando la pantalla es completamente negra y cuando es completamente blanca con la misma intensidad de señal en antena. Esto nos demuestra que para una misma señal recibida, la suma de todos los impulsos variará en función de las tonalidades de imagen.

Este circuito no distingue los impulsos de sincronismo de los de la señal de video, y como ya hemos indicado al principio, por razones de constancia de nivel, es preferible tomar como referencia las señales de sincronismo y no las de video, que varían con el brillo de la imagen.

Por lo tanto, no es una solución correcta extraer la señal del detector de video para convertirla en CAG.

CAG retardado

En este caso se toma como nivel de referencia la altura máxima de los impulsos de sincronismo, en lugar del valor medio obtenido en la detección. Para extraer de la señal estos impulsos de sincronismo se usa una detección independiente, tomada de la salida de FI, tal como indica la figura 4. Con este circuito se consigue obtener un CAG *retardado*, cuya característica consiste en que opera cuando la señal recibida es excesiva, es decir, frena la amplificación a partir de una determinada amplitud; en cambio, no actúa para señales débiles. Con este sistema, la sensibilidad del receptor crece hasta su máximo para señales débiles, debido a que los amplificadores de RF y FI no reciben tensión de corrección para estas señales.

Para lograr que exista retardo, o sea, *para que no opere con señales débiles*, se deben cumplir los siguientes requisitos; 1.°, emplear un diodo separador exclusivo para CAG; 2.°, dar una polarización negativa previa al diodo.

Bajo estas condiciones, el diodo de CAG sólo podrá conducir cuando una tensión de señal sea capaz de neutralizar la polarización aplicada, cosa que ocurrirá sólo con aquellas señales que poseen una magnitud mayor a la tensión negativa de polarización. El diodo D1 funciona como detector de video; en cambio, el diodo D2 recoge los impulsos de sincronismo. La constante de tiempo RC es muy alta a fin de crear un potencial automático proporcional a las amplitudes sincrónicas de la señal. En dicha figura hemos representado este circuito de CAG retardado, incluso con varios perfeccionamientos usados en algunos receptores económicos.

Se trata de un sistema de control ajustable, en el que se puede conseguir que opere como CAG normal o bien retardado. Su funcionamiento es el siguiente: observamos en la figura que entre ánodo y cátodo se encuentran conectadas dos resistencias R1 y R2; esta última es variable y permite establecer una tensión del diodo más o menos favorable a la conducción partiendo de una alimentación positiva a través de R3. Cuando el cursor de la resistencia R2 está en la posición *a* se produce el retardo máximo, porque el diodo recibe una polarización con una elevada tensión negativa y así, sólo actuarán sobre el CAG las señales muy fuertes. En esta posición *a* se logra pues la máxima sensibilidad del receptor; en realidad este punto es ideal para casos donde el receptor opere con señales muy débiles, pues para estas señales débiles no actúa el CAG. En cambio, cuando el cursor está en la posición *b* el diodo no recibe tensión negativa, pues el cátodo queda conectado a masa y, en tales circunstancias, el sistema se comporta como un CAG normal, es decir, hay tensión de control automático para todas las señales, sean fuertes o débiles. En una posición media del cursor se obtiene también una acción media del control.

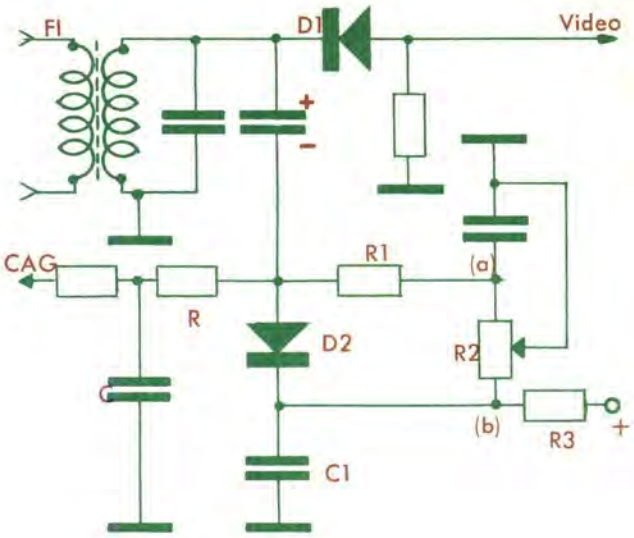


Figura 4. — Circuito típico de CAG retardado.

Este sistema tiene el inconveniente que la tensión prevista para el CAG es reducida y en algunas circunstancias puede sobrecargarse; además, puede suceder que la tensión de control sea interferida, incluso por los impulsos de sincronismo vertical, que son tan sólo de una frecuencia de 50 Hz, lo que obliga a prever unas constantes de tiempo muy altas, para que anulen esta pulsación indeseada; pero disponer de una constante de tiempo muy alta perjudica la rapidez en la respuesta, es decir, el CAG actúa diferido. Tampoco existe en este circuito ninguna protección contra las perturbaciones o parásitos industriales, de manera que, si la señal se encuentra muy interferida, esta interferencia da motivo a que la señal que llega al diodo D2 sea mayor, y, en consecuencia, reduzca la ganancia del sistema, debido únicamente a la interferencia, que en el diodo D2 se manifiesta con una mayor tensión rectificada. Un tren seguido de parásitos será extremadamente visible y molesto para el telespectador, puesto que disminuirá el contraste de la imagen, a veces de forma considerable.

CAG amplificado

Hemos dicho antes que la tensión lograda con el CAG retardado era muy escasa, porque se obtenía de la misma tensión que daba el último transformador de FI, es decir, el mismo valor de tensión que se aplicaba al diodo demodulador y que, por ello, podría provocar irregularidades en el control automático.

Un perfeccionamiento al sistema clásico del CAG consiste en prever una válvula amplificadora, que refuerce la amplitud de la tensión rectificada por el diodo D2.

La figura 5 muestra el circuito del CAG amplificado, en el que se ha agregado una válvula triodo como sección amplificadora.

La principal dificultad que presenta este circuito se debe exclusivamente a la necesidad de que la tensión de gobierno de CAG sea de polaridad negativa con respecto a masa. Esto trae consigo la necesidad de invertir la acción normal de las polaridades del triodo con relación a masa, es decir, normalmente el cátodo parte de masa y la fuente que alimenta la placa tiene el negativo a masa. Aquí la placa del triodo debe arrancar de masa y en consecuencia el cátodo debe estar conectado a una tensión negativa alta. En el circuito de la figura puede verse que la placa del triodo está conectada a masa por la resistencia R2.

Cuando la señal de video llega al diodo D2 y pasa por el filtro R1C1 aparece en los bornes de R1 un potencial que se aplica a la rejilla de la válvula triodo *amplificadora de CAG.*

La tensión para el CAG se toma directamente del ánodo de la válvula triodo, y en este electrodo existe una tensión negativa de bajo valor, dada por la caída de tensión en R2; en cambio, al cátodo de dicha válvula se aplica un potencial negativo B1, aproximadamente igual a la mitad del que se aplica en B, que suele ser alrededor de —100 V.

La polarización de la rejilla varía automáticamente con la tensión presente en el filtro R1C1. Cuando este potencial aumenta en sentido positivo, el punto P será menos negativo que antes y se reduce la polarización del triodo, lo que da como consecuencia un aumento de la corriente de placa. Este aumento de corriente determina sobre R2 una caída de tensión mayor, lo cual equivale a decir que la placa del triodo se hace más negativa. La constante de tiempo R2C2 es lo suficientemente grande para acumular todas las crestas de señales que podrían perturbar la buena estabilidad del CAG. La resistencia R3 y el condensador C3 forman una célula de filtro para conseguir lo anteriormente dicho.

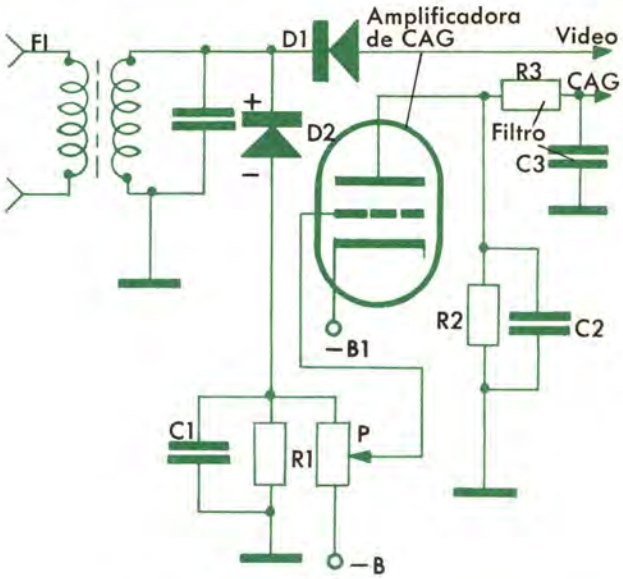


Figura 5. — Circuito de CAG amplificado.

Como puede comprobarse, la tensión del CAG será proporcional al valor de cresta de las señales, y además la amplitud de la señal de gobierno puede hacerse tan grande como se quiera.

Con este circuito puede conseguirse una tensión adecuada de control, aun cuando las variaciones de amplitud de la señal de video sean pequeñas y no actúen en el otro sistema anteriormente descrito.

CAG llaveado o por impulsos

Uno de los métodos más ventajosos para controlar la ganancia de los amplificadores de RF y FI consiste en emplear un CAG «*Keyed*» (o «Gated»), más conocido con el nombre de «*llaveado o por impulsos*». Consiste en un rectificador de CAG controlado por impulsos de sincronismo. Este método es en la actualidad el más utilizado, porque introduce grandes ventajas en el receptor de televisión.

Fundamentalmente consiste en una válvula amplificadora de impulsos, que puede ser un triodo o un pentodo, y que en su rejilla de control recibe la señal de video compuesta, es decir, con todos sus impulsos de sincronía; en cambio, en su placa recibe un potencial positivo intermitente, que proviene del transformador de líneas de «Flyback» *(retorno)* que estudiaremos más adelante y cuya cadencia coincide con las pulsaciones de la frecuencia horizontal (15.625 Hz). En estas condiciones, la válvula conducirá corriente

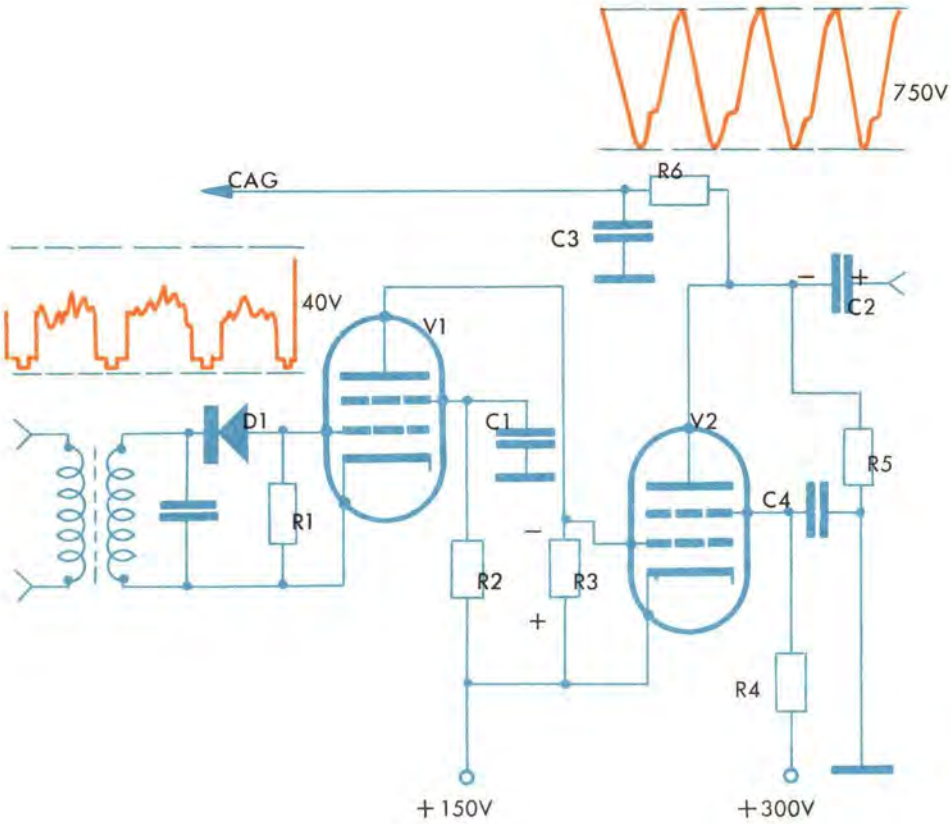


Figura 6. — Circuito de CAG llaveado («Keyed», «Gated»), normalmente utilizado en receptores de televisión y conocido también por CAG por impulsos.

solamente cuando coincidan las pulsaciones de rejilla y placa.

Para esta aplicación debe disponerse de una válvula que realice la función de rectificar los impulsos de frecuencia horizontal con eficacia, tanto mayor cuanto más intensa sea la señal recibida. La tensión que se obtiene de la rectificación es la tensión de gobierno.

Su funcionamiento es el siguiente: observemos el esquema de la figura 6, que representa un circuito amplificador de video VI acoplado a otra válvula V2, que recibe y detecta los impulsos. Se observa en este circuito que V2 tiene su cátodo conectado a una tensión de 150 V, precisamente en el mismo punto donde arranca el circuito de placa de la válvula V1. Al mismo tiempo tenemos que la rejilla de V2 se encuentra conectada a la placa de V1, de manera que la tensión desarrollada sobre R3 con polaridad negativa por el lado de placa de V1 es precisamente la tensión con que se polariza la válvula V2. Nos encontramos, pues, en que la válvula V2 tiene una tensión de cátodo y de rejilla muy elevada; por tal motivo es necesario alimentar el circuito de pantalla desde un punto de la fuente de alimentación que tenga un valor superior al de la tensión en la resistencia R3 y en el cátodo V2.

Por mediación de la capacidad C2 la placa de V2 recibe los impulsos que provienen de un bobinado del transformador horizontal, los cuales deben tener tal amplitud que su cresta sobrepase con holgura las restantes tensiones presentes en la válvula V2. *Esta tensión puede llegar a unos 700 V*. En tales condiciones, esta válvula conduce cada vez que aparece un impulso en su placa, y hace que la capacidad C2 se cargue con el signo que se indica en el esquema.

Durante el resto del período horizontal, el condensador C2 puede descargarse a través de R5, pero la constante de tiempo elegida hace que sólo pierda una pequeña porción de su carga adquirida, y en consecuencia permite disponer sobre la placa de V2 una tensión que, una vez filtrada, puede utilizarse para controlar la ganancia de los amplificadores.

Es preferible que la válvula V2 sea un pentodo, porque de esta forma existe la posibilidad de modificar las condiciones de trabajo del circuito variando simplemente la tensión de pantalla. Además, con un pentodo puede lograrse que la amplitud de los impulsos horizontales no afecte la señal de salida, debido a la poca dependencia que existe entre la corriente de placa y la tensión de pantalla.

Recapacitando sobre todo cuanto se ha dicho, acerca del funcionamiento de este circuito, vemos que para conseguir el enganche de sincronismo de señales —unas proveniendo de la señal de video y otras del transformador de líneas horizontales— cada impulso que aparece en la pantalla es simultáneo, a la vez, con la presencia en la rejilla de la cresta correspondiente al impulso de sincronismo, de manera que la conducción de la válvula y, en consecuencia, la tensión desarrollada por el CAG, es proporcional a la amplitud de cresta de las señales de video.

Con todo ello vemos que, si el receptor está correctamente sincronizado, los impulsos de video deben coincidir perfectamente con los impulsos de barrido horizontal.

Ventajas de un CAG llaveado o por impulsos

La amplitud de la tensión de gobierno que se obtiene con este sistema es mucho mayor de la que puede necesitar para gobernar los pasos amplificadores, pero lleva consigo una gran ventaja. Ésta consiste en la inmunidad a las perturbaciones industriales que tanto molestan al telespectador, puesto que la válvula sólo conduce en los precisos instantes de coincidencia.

Otra de las ventajas es que, con la frecuencia relativamente alta de los impulsos, las tensiones obtenidas para el CAG pueden ser fácilmente filtradas mediante constantes muy pequeñas, lo cual constituye una ventaja desde el punto de vista de rapidez en la respuesta.

Señalemos, finalmente, que en receptores de TV-Color, la introducción de la señal de color no altera fundamentalmente la necesidad ni la finalidad del CAG. Así, algunos sistemas CAG que se utilizan en los televisores monocromáticos se emplean también en los de color con resultados análogos; casi siempre es del tipo «Keyed» o de impulsos ya descrito.

CONTROL AUTOMATICO DE GANANCIA CON TRANSISTORES

Nada podemos añadir aquí que no hayamos dicho al tratar este tema empleando las válvulas, pero lo que debemos afirmar es que ya no se utiliza el tipo de CAG a nivel medio de la señal, sino que se va hacia el nivel del negro.

Como es de suponer, si el CAG emplea transistores necesitará más componentes que con válvulas, porque en muchos casos prácticos se verán aplicados por lo menos tres transistores para este fin, pero, en el fondo, en ambos casos se persigue una misma acción. Debemos recordar que la ganancia de un transistor puede ser controlada variando la tensión de polarización base-emisor, y esta variación puede ser aplicada tanto en el emisor como en la base.

Casi todas las aplicaciones actuales de CAG

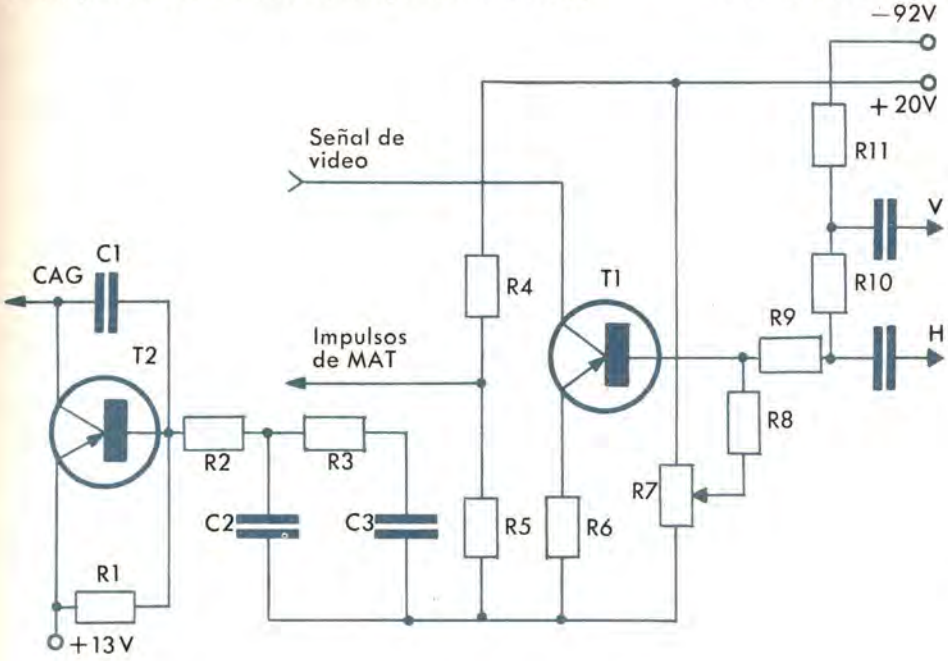


Figura 7. — CAG por impulsos en circuitos transistorizados.

están basadas en el sistema llaveado o por impulsos en el que debe conseguirse un enganche sincrónico entre dos señales; una de ellas proviene del detector de video y otra del transformador de líneas.

Uno de los casos sencillos es el representado en la figura 7. Las señales de sincronismo tomadas del colector de salida de video pasan a través de un transistor «NPN» con circuito «follower», o sea, seguidor del transistor T1 hacia el amplificador de corriente del transistor T2 y de allí ya directamente a una línea que repartirá el CAG a los pasos de FI y RF.

El funcionamiento de estos dos transistores consiste en que T1 corresponde normalmente al valor de corte, excepto cuando entra un impulso negativo de tensión, obtenido de una toma del secundario del transformador de líneas, o sea, el que produce el retardo horizontal. El transistor T1 hace pues de puerta de escape, porque conduce y proporciona a la línea de CAG una tensión proporcional a los impulsos de sincronía.

CAG con transistores en circuitos prácticos

Analicemos ahora la descripción y funcionamiento de un circuito de CAG de tipo comercial, como puede ser el de un televisor portátil de 11" alimentado por una batería de 12 V.

La figura 8 muestra un esquema de esta sección eléctrica del televisor en que está expuesto un circuito con el sistema «Keyed» llaveado o por impulsos, que tiene la ventaja de ser bastante inmune a los ruidos y parásitos industriales. Con ello se simplifica mucho el circuito, porque en este caso no se hace necesario e imprescindible el inversor de ruidos que luego estudiaremos.

El circuito está equipado con tres transistores de silicio; uno de ellos actúa como detector de tensión de CAG; el segundo produce un retardo de CAG para gobernar la RF; y el tercero se utiliza en configuración de emisor-común, cuya misión es la de suministrar la corriente base requerida por el transistor amplificador de RF, con el fin de controlar su amplificación de acuerdo con la señal que recibe. Aquí se ha hecho necesario introducir un transistor amplificador de CAG, debido a que para gobernar el transistor de RF se requiere una corriente de base elevada y conseguir así la máxima reducción de ganancia.

El CAG se obtiene variando la ganancia del primer paso de FI, así como la del amplificador de RF en el propio selector de canales. El valor de la señal de antena, para la cual el control comienza a actuar sobre el selector, representa un compromiso entre la distorsión por modulación cruzada en el mezclador (o bien en el primer paso de FI) y la relación señal/ruido a la salida de video. Un valor práctico de la señal de antena podría ser de unos 2 mV eficaces; así, pues, para el ajuste se parte de esta tensión y se actúa sobre el potenciómetro R4, ajustándolo de tal manera que el CAG empiece a controlar los pasos amplificadores antes citados.

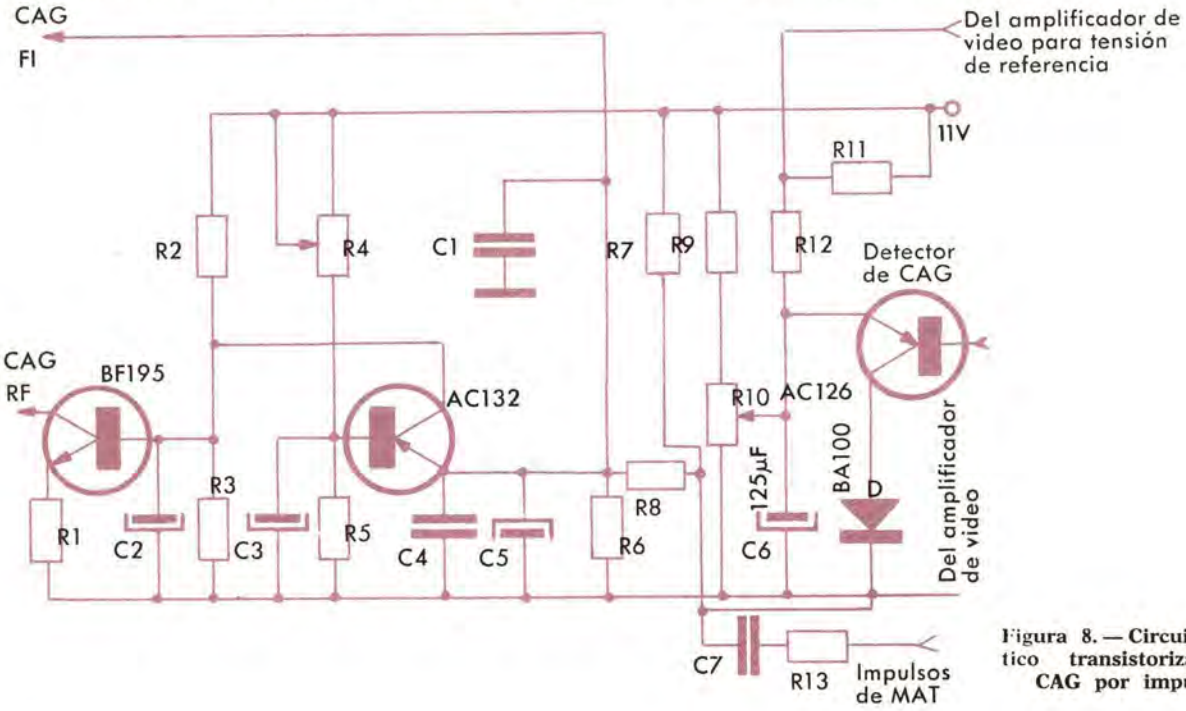


Figura 8. — Circuito práctico transistorizado de CAG por impulsos.

En algunos casos puede producirse una distorsión no lineal en el primer paso de FI, si éste recibiera una excesiva ganancia en comparación con la que recibe el paso de RF. Para un buen funcionamiento se exige una gran ganancia de la RF, pero con ello existe el riesgo de efectuar un ajuste inestable, dando como resultado una oscilación mantenida. Para prevenir esta inestabilidad, obtenida por un desafortunado ajuste, conviene lograr que la pendiente de reducción de ganancia que se obtiene en el selector sea igual a la que tiene el amplificador; así, la reducción de ganancia global efectuada por dos caminos distintos, influye en forma despreciable en el sistema. El funcionamiento del circuito de la figura 8 es el siguiente: a la base del transistor AC126, que es el detector de CAG, se aplica la señal obtenida en el colector del paso amplificador de video. Este transistor está cargado de tal forma que no conduce a menos que el nivel de los impulsos de sincronía sea inferior a la tensión de referencia en el emisor. Mientras este transistor permanece en estado de corte, la polarización del primer transistor del amplificador de FI viene determinada por el divisor de tensión, formado por R6 y R7. Mientras tanto, el potenciómetro R10 se fija al nivel de la señal de video para el cual comienza la acción de CAG. Tan pronto como el detector de CAG se hace conductor, el condensador C7 se carga periódicamente con los impulsos negativos de retroceso, tomados del transformador de salida de líneas. De ello resulta que en la unión de R6 y R7 existe una tensión creciente en sentido positivo, que se aplica a la base del transistor de FI controlado, aumentando así la corriente del emisor y en consecuencia una reducción de ganancia.

Por otra parte, el diodo D evita la descarga del condensador C7 por corriente inversa de colector, durante el intervalo de tiempo que transcurre entre dos impulsos de retroceso. Con este circuito se ha incorporado la resistencia R13 para prevenir una corriente excesiva a través del transistor, así como del diodo D.

Además, existe una red formada por R7, C4, C5, con pequeñas constantes de tiempo, para llevar a cabo el filtrado del impulso de tensión en el colector del transistor AC126. Con el fin de mejorar el filtrado de componentes de alta frecuencia que se podrían presentar en la línea de CAG se ha incluido el condensador C4 y el C1 que desacopla la tensión de control.

Con objeto de tener en el emisor del AC126 un nivel de tensión, igual al nivel de negro de la señal de video, se ha montado un divisor de tensión R11, R12 cuyo punto medio está conectado en el amplificador de video.

En el circuito de retardo para el control de ganancia RF del selector de canales se utiliza un transistor AC132, con el cual se asegura que la reducción de ganancia requerida tenga acción a partir de un nivel de señal en antena.

Tan pronto como la tensión en la unión R6-R7 exceda a la tensión de base del transistor AC126, determinada por el divisor R4-R5, este transistor pasa a conducir y con ello se incrementa la tensión de base del amplificador BF195 y, en consecuencia, la tensión de base en el transistor de RF crecerá hasta que la ganancia de este paso se reduzca convenientemente.

LOS SINCRONISMOS

Si repasamos todo cuanto conocemos hasta ahora relativo al receptor televisivo, nos damos cuenta que el primer paso está ya dado, pues hemos conseguido que la señal recibida en antena llegue adecuadamente amplificada al tubo de imagen y al altavoz.

Pero quizá lo más importante es que esta señal que se recibe en el tubo de imagen sea debidamente sincronizada con aquella que se emita desde el propio lugar de acción; de lo contrario es imposible estabilizar la imagen de la señal de video recibida. Para poder sincronizar la señal recibida con la de la exploración, que en aquellos momentos efectúa la cámara en el lugar de acción, debemos valernos de los impulsos de información —de los que tanto hemos hablado hasta ahora— que precisamente en este estudio vamos a aprovechar para llevarlos convenientemente amplificados al tubo de imagen y conseguir así la imagen deseada.

Estos impulsos perfectamente regulados llevan la información suficiente para conseguir la perfecta sincronización de todos los puntos de la exploración entre el emisor y receptor, sin los cuales no se lograría conseguir la imagen con la sola señal de video. La acción primordial de estos impulsos es la de poder efectuar un barrido sincrónico del haz electrónico, con las líneas horizontales y verticales en la pantalla del tubo de imagen, y en cambio la señal de video es la que por medio

de su modulación cuida de dar tonalidades en grises al pincel electrónico, para conseguir dibujar la imagen.

En estos impulsos de sincronización que lleva la señal de video van incluidos los de la información vertical, los de la información horizontal y los ecualizadores antes y después del impulso vertical.

Esta serie de impulsos sincrónicos debemos separarlos unos de otros, para llevarlos convenientemente amplificados a los electrodos del tubo de imagen.

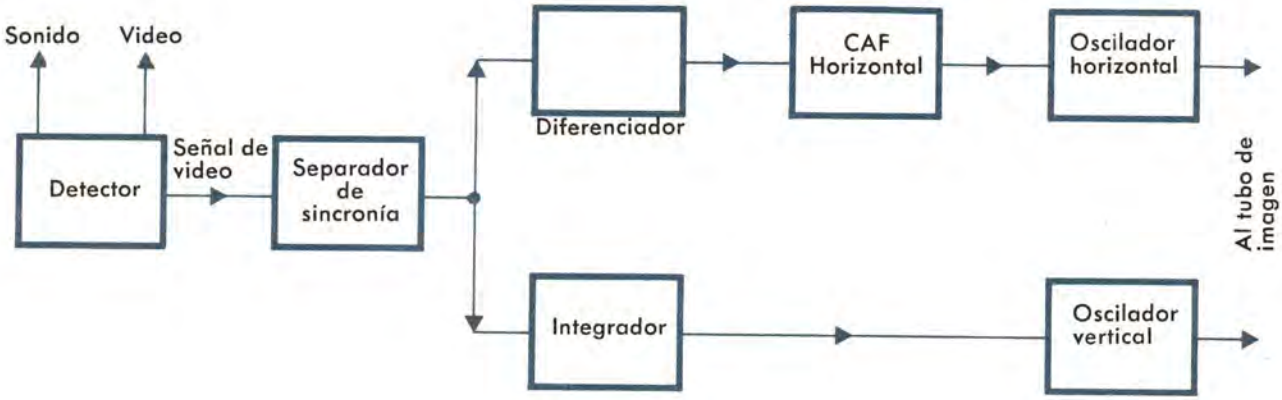


Figura 9. — Separación y líneas de actuación de los impulsos de sincronización.

El diagrama en bloques de la figura 9 nos muestra el recorrido de la información de sincronismos hasta su actuación en el tubo de imagen. En el *separador de sincronía* se produce, como su nombre indica, la separación de sincronismos de acción vertical de los de acción horizontal. Los de acción vertical se dirigen al *integrador* y de allí al oscilador vertical; los de acción horizontal se dirigen al *diferenciador*; de allí al *control automático de frecuencia cuadro* y luego al oscilador horizontal.

La señal que se inyecta al separador es una parte de la señal de video detectada conteniendo la información de sincronismos. La misión del separador es extraer de las señales solamente los impulsos de información de sincronismo cualquiera que sean. Seguidamente esta información pasa por el diferenciador, cuya misión es reconocer cuáles son los impulsos de información horizontal, rechazando los demás. Al mismo tiempo el integrador tiene por misión reconocer sólo los impulsos verticales rechazando los otros. Después de esta selección de impulsos horizontal y vertical, ambos se encaminan a sus respectivos generadores sincronos, que tienen por misión llevar la información adecuada al propio tubo de imagen.

Separación de los impulsos de sincronismo

El separador de sincronismos recibe parte de la señal compuesta de video, tomada del detector o del amplificador de video; pero con más frecuencia se toma de este último y tiene la misión de separar únicamente los impulsos de sincronismo de la señal de video, sin utilizar la propia señal de video.

Por ello sabemos que todos los impulsos de sincronismo sobresalen un 25 % de la amplitud del nivel negro, o sea, el nivel de bloqueo; entonces el separador debe actuar solamente en esta región, única en la que se encuentran los impulsos. de manera que no queden afectados en su forma.

Esta separación, en la forma descrita, se consigue por medio de circuitos que transmiten la señal de entrada cuando ésta alcanza una determinada amplitud y, precisamente, esta amplitud es la que antes hemos llamado de *infranegro*.

En los primeros tiempos de la recepción televisiva esta separación se efectuaba por medio de un circuito eléctrico compuesto por un diodo que actuaba de escape, es decir, se manifestaba conductor a partir de una cierta amplitud de la señal

recibida; pero en la actualidad ya no se usa; pero aun así, consideramos de interés exponer su principio, porque es básico para comprender mejor los sistemas actuales muy perfeccionados, los cuales serán expuestos a continuación.

Separador de sincronismos por diodo

El circuito que puede separar los impulsos de sincronismo de la señal de video, utilizando un diodo como acción de válvula de escape, es el que se indica en la figura 10. A la salida del amplificador de video se toma en derivación una porción de señal mediante el condensador C1 y la resistencia R1. La corriente que atraviesa el condensador crea en los bornes de R1 una tensión, que se tomará como referencia para dar a R2 un valor adecuado, a fin de que la corriente que pase por el diodo mantenga el corte para cualquier señal de video que no sean los impulsos de sincronismo. Se puede decir en términos generales que si la amplitud de señal en los bornes de R1 es de 100 %, en los bornes de R2 deberá ser del 75 %, y el 25 % restante serán los únicos impulsos que saldrán del cátodo. En realidad, al valor de R2 debe incorporarse la resistencia interna del diodo para deducir la tensión en los bornes.

La constante del tiempo R1C1 se elige de tal forma que la válvula se mantenga en corte para cualquier señal que transporte la de imagen. Por ejemplo, si el condensador C1 adquiere su nivel de carga máxima cada 64 μs (microsegundos) es preciso que la constante de tiempo sea por lo menos lo suficientemente elevada para impedir que se produzcan pérdidas de nivel entre los intervalos de carga. En la mayoría de casos el valor de esta constante es de unos 25 ms (milisegundos), valor más que suficiente para asegurar lo previsto.

Con este sencillo montaje el diodo D queda polarizado automáticamente por la corriente que circula por R2; no obstante, para conseguir la separación de los impulsos de sincronismo de una forma más completa, se perfeccionó el circuito, mediante una polarización fija positiva, que se insertaba en el cátodo.

Como se ve, se trata de un procedimiento simple, aunque ya no se usa porque ahora se emplean otros circuitos que dan mejores resultados; sin embargo, en el fondo será el mismo principio; se consigue mejor separación sin deformación alguna de la señal y al mismo tiempo se obtiene mayor rendimiento, sustituyendo la válvula diodo tal como vamos a explicar a continuación.

Separador de sincronismos por triodo

Después del diodo como separador de sincronía se empleó el circuito triodo (fig. 11). El circuito triodo tiene la ventaja de amplificar algo la

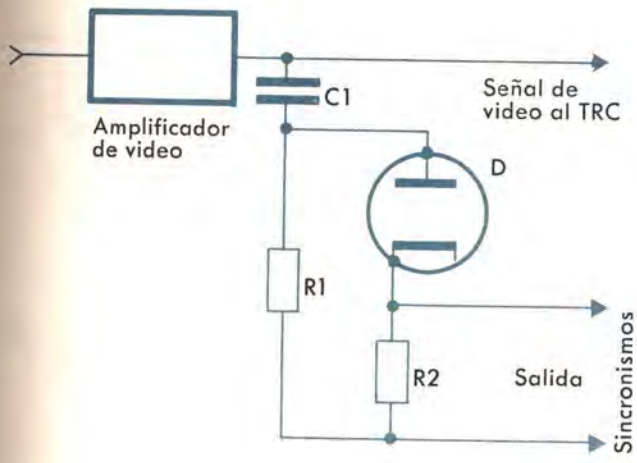


Figura 10. — Separación de sincronismos por diodo.

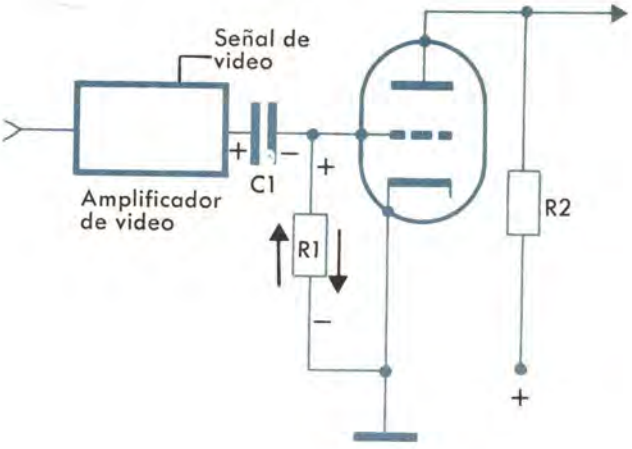


Figura 11. — Separación de sincronismos por triodo.

señal del impulso; además, con la disposición crítica del circuito, se logra que los impulsos obtenidos, extraídos de la señal de video, sean todos de la misma amplitud cualquiera que sea la señal de entrada.

Tal como indica la figura este circuito emplea polarización por escape de rejilla, teniendo el cátodo directamente conectado a masa. El circuito se proyecta de tal forma que se busca la tensión de corte, como si la rejilla estuviera al potencial de cátodo. Para ello se puede partir del factor de amplificación (μ) del triodo, o bien de la familia de curvas características dadas por el fabricante. Una vez determinada la tensión anódica —ésta resulta ser muy baja, del orden de los 20 a 30 V según triodo— se calcula la resistencia de carga R2 para una determinada corriente I_p en función de la polarización positiva que tomará la rejilla de acuerdo con la corriente i_g y la resistencia de escape R1.

Ante todo diremos que a la entrada del separador se aplica una porción de la señal de video de polaridad positiva, proveniendo del amplificador, a través del condensador C1. Para comprender el funcionamiento de este circuito hay que hacerlo en dos etapas; la primera será definida en las condiciones de funcionamiento del triodo, cuando no reciba señal alguna de video, y la segunda, en las condiciones de separadora de sincronía.

En la primera fase de funcionamiento tenemos la rejilla montada sobre una resistencia de escape R1; por el solo hecho de no poseer polarización independiente se encontrará sometida a un estado flotante, recibiendo una carga de electrones, que creará una corriente por la resistencia R1, creando así una tensión cuya polaridad será positiva en rejilla y negativa en masa, señalada en rojo en la figura antes citada. Esta polarización positiva en rejilla obliga a la válvula a conducir una corriente I_p, que se mantendrá constante mientras el potencial en rejilla también lo sea.

Esta situación se mantiene estable mientras la rejilla no experimente cambio alguno. Hemos señalado pues adecuadamente esta corriente de placa en el gráfico de la figura 12 con el valor de I_p antedicho.

Ya tenemos definida hasta aquí la primera etapa de funcionamiento; ahora pasemos a la segunda etapa, que consistirá en ver los efectos que causa una señal de video. Cuando la señal positiva de video llega al condensador, éste se carga con las polaridades que se indican en el esquema; así, pues, cuando llega la señal crea en la rejilla un potencial con polaridad contraria a la que produce la corriente de rejilla, y con ello frena completamente la polarización propia de rejilla con relación al cátodo, predominando el potencial negativo con relación al positivo que poseía. Esta tensión de señal que da el condensador lleva la válvula a la condición de corte, e incluso puede rebasarlo, pues su acción sobre la corriente de placa sólo llega hasta el corte.

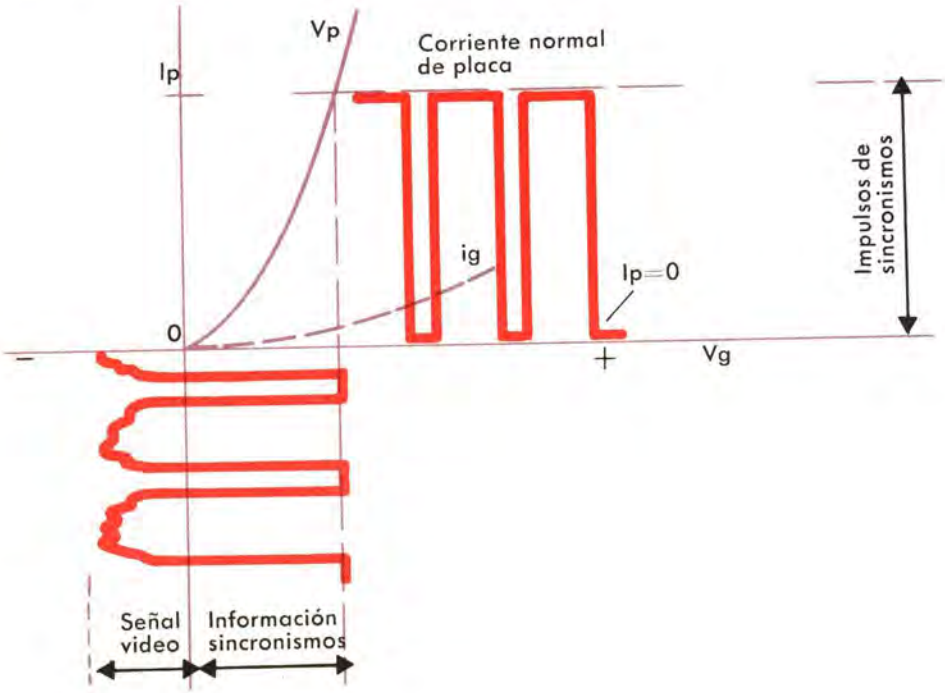


Figura 12. — Relación entre las señales de entrada y de salida del separador.

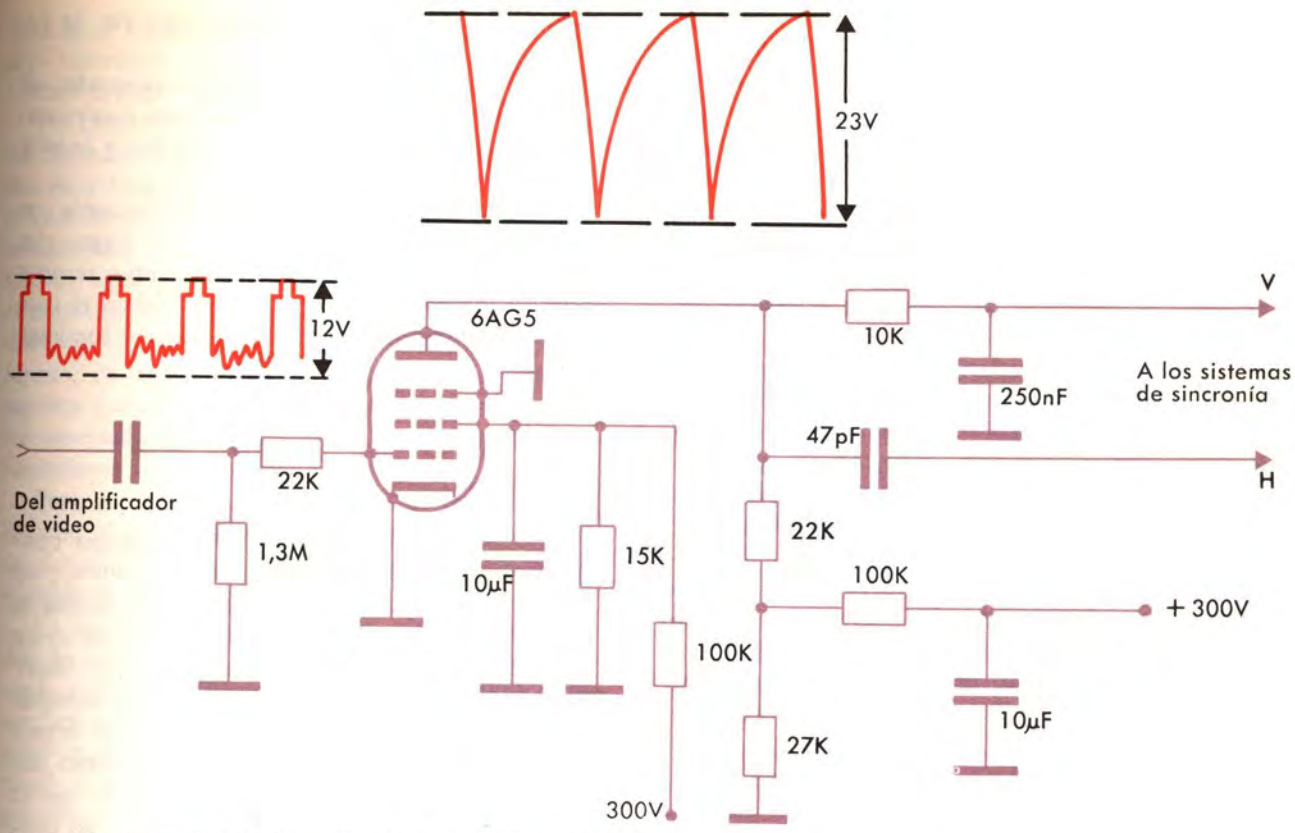


Figura 13. — Separador de sincronismos con válvula pentodo.

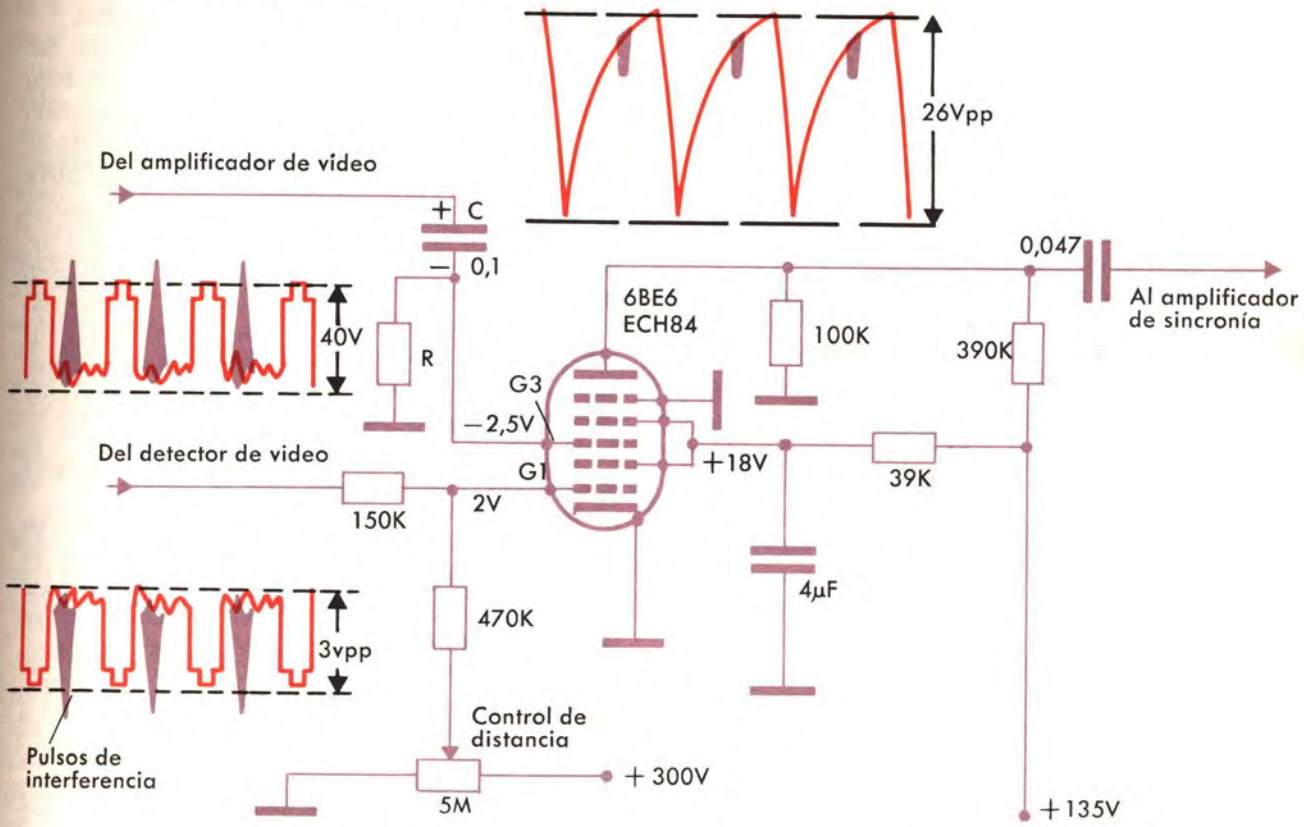


Figura 14. — Separador de sincronismos a impulsos, con válvula pentagrilla

La acción de corte de corriente anódica con $I_p = 0$ lleva como consecuencia que la señal que recibe la rejilla se refleja enteramente en la placa, marcando el mismo impulso que le obligó a cortar la corriente de placa. A la salida se recogen pues impulsos con polaridad negativa.

Cuando cesa la señal de video, la corriente de placa vuelve a reproducirse con el mismo valor máximo, puesto que en la rejilla se manifiesta de nuevo la polaridad positiva por corriente de rejilla.

Así se van reproduciendo los ciclos de impulsos recogidos en la placa, con la particularidad muy interesante de que todos tendrán la misma amplitud a partir de la tensión de cátodo, cualquiera que sea el nivel de los impulsos de video que reciba. En la figura 12 pueden observarse gráficamente estos efectos.

Estas particularidades del triodo como separador de sincronía quedan aún mayormente superadas empleando un pentodo, que trabaje con una tensión de pantalla muy reducida.

Eliminación de las perturbaciones parásitas

Las perturbaciones producidas por parásitos industriales (así llamados) son precisamente las que se manifiestan en la visión televisiva por unas rayas blancas horizontales en la pantalla del televisor, o bien una serie de puntos blancos distribuidos por todo el cuadro, como si fuera un cielo estrellado interpuesto sobre la imagen; y en el canal de sonido se notan estridencias de claqueo continuo en el altavoz.

Estos parásitos industriales provienen de varias fuentes de origen, en donde se producen chispas eléctricas, como son los automóviles en su encendido, los motores eléctricos en sus escobillas, los ascensores, los trolebuses, los trenes eléctricos, los aparatos médicos, etc.

Lo que se busca en el receptor televisivo es eliminar o reducir en lo posible estas perturbaciones que molestan al telespectador, pero con los separadores de sincronismo —tanto los de válvula diodo, triodo como pentodo, que trabajan con un punto de polarización más allá del punto de corte (en donde la válvula sólo conduce cuando se presentan los impulsos de sincronismo)— es difícil de eliminar los parásitos industriales pues estas perturbaciones van adheridas a la señal, y pueden llegar al separador incluso con una señal de amplitud mayor; entonces a la salida del separador aparecerán también estas perturbaciones como impulsos adicionales, que pueden causar inestabilidades si llegan hasta los generadores de barrido.

Para evitarlo, se agrega al paso separador un circuito llamado recortador, limitador o inversor, de ruidos que se encarga de eliminar o reducir al máximo toda señal perturbadora.

Algunas veces los separadores de sincronía con válvula pentodo se conciben de tal forma que simultáneamente trabajan también como recortadores, e incluso como limitadores. Tal es el caso del circuito separador que exponemos a continuación.

Separador de sincronismo por pentodo

Actualmente se han abandonado casi por completo los circuitos separadores antes citados, y en cambio en muchos de los receptores modernos se ha aplicado el separador de pentodo porque ofrece mayores ventajas; en particular, porque amplifica mucho más. Su funcionamiento es semejante, y casi podríamos decir igual, al que hemos descrito para el triodo, es decir, actúa como verdadero detector a escape de rejilla, en la que se genera una polarización automática, la cual combinada con la señal de video lleva la válvula más allá del punto de corte de corriente anódica.

En el estudio completamente teórico, que hemos hecho anteriormente sobre el triodo actuando como separador de sincronía, hemos representado gráficamente en la figura 12 las señales de entrada y salida, tal como resultarían si no existieran otros factores que los ya mencionados; allí expusimos los más esenciales para no complicar la descripción de los hechos. Pero en realidad intervienen las capacidades interelectródicas y resistencias internas de la válvula, así como las constantes de tiempo de los propios circuitos exteriores, lo cual da lugar a que la señal de salida no sea exactamente de forma rectangular tal como indicábamos en dicha figura 12, sino en forma prácticamente puntiaguda, como veremos en la que sigue.

En la figura 13 representamos un circuito separador de sincronismos con válvula pentodo, en el que indicamos los valores de todos los elementos de que se compone el circuito, partiendo del concepto de obtener la señal de entrada al separador (no la obtenida del detector, sino del propio amplificador) con un valor de polaridad positiva alrededor de los 12 V pp, para conseguir una señal de salida en la placa de 23 V pp.

Aquí, en este esquema, hemos indicado gráficamente la forma que tiene la señal de salida del separador; eso es, la que se obtendría en la pan-

talla de un osciloscopio, la cual, como se ve, queda algo deformada de la forma rectangular que habíamos indicado como respuesta teórica.

No obstante, toda esta serie de procedimientos, llevados a cabo para obtener un buen separador de sincronismos, no eran suficientes para las exigencias de una buena recepción y se ha llegado actualmente a una tal perfección que incluso los nuevos separadores actúan al mismo tiempo de eliminadores de las perturbaciones parásitas industriales e incluso amortiguan mucho las atmosféricas, es decir, desarrollan un doble trabajo, separan y recortan (limitan) la señal de sincronía, sin necesidad de recurrir a los antiguos circuitos limitadores de ruido.

Para conseguir este propósito se emplean las válvulas llamadas «*pentagrilla*» que, por tratarse de circuitos muy interesantes describiremos como ejemplo de muchas aplicaciones comerciales.

La válvula pentagrilla posee cinco rejillas, y dos de ellas, la G1 y la G3, pueden considerarse como rejillas de control. Estas dos rejillas pueden ser excitadas simultáneamente por la misma señal compuesta de video, pero con la particularidad de que en cada una su fase y su amplitud son diferentes.

El círculo clásico, establecido hace pocos años, es el indicado en la figura 14. Su funcionamiento es el siguiente:

La rejilla G1 recibe la señal del detector de video, con una magnitud aproximada de unos 2 V con polaridad negativa; por otra parte, la G1 está conectada a un potenciómetro, vulgarmente llamado «control de distancia», con el cual se da a la rejilla una polaridad positiva, que le obliga a trabajar cerca del punto cero de tensión de polarización, con el fin de conseguir que la amplitud máxima negativa de señal pueda provocar el corte de corriente de placa. Para conseguir esto, el potenciómetro se regula de tal forma que la tensión positiva que da a G1 no produzca el corte con una señal normal de entrada, a no ser que se presente una señal de mayor amplitud.

En cuanto a la G3, ésta queda conectada a la salida del amplificador de video, a través del clásico condensador C y la resistencia de escape R, y recibe una señal de polaridad positiva de unos 40 V pp. Su acción es aquí la misma que la rejilla de control antes mencionada en el circuito triodo, explicado precedentemente; es decir, actúa como válvula separadora de sincronía. En estas condiciones, la G3 gobierna la válvula, pues la G1 sólo actúa cuando se presenta algo anormal en la señal.

Si con la señal de video se presentan mezclados impulsos de interferencia, los cuales pueden ser incluso de mayor amplitud que la propia señal de video, se presentarán éstos tanto en la rejilla G1 como en la G3 y justamente es la rejilla G1 la que se encarga de eliminar o evitar que esta señal parásita se reproduzca en la señal que recibe la placa, o sea, la señal de salida. Efectivamente, la rejilla G1 está polarizada de tal forma, que apenas recibe una señal mayor que la preestablecida (2 V pp, por ejemplo) se hace sumamente negativa, suficiente para cortar la corriente de placa, pues aunque la rejilla G3, por efecto de la señal parásita, se torna muy positiva, no puede ocasionar la conducción de la válvula porque la G1 ha cortado el paso a todos los electrones.

He aquí descrita de forma muy somera la función de uno de los actuales circuitos separadores, en el que van indicadas todas las tensiones que recibe cada electrodo y las formas de onda típicas en cada punto clave del circuito, las cuales aparecen acompañadas de sus respectivas magnitudes de tensión de pico.

Muy recientemente se han creado nuevas valvulas «pentagrilla» o similares, estudiadas exclusivamente para estos circuitos separadores, en que su circuito no varía mucho de este último citado; quizá varían sus valores pero el concepto es el mismo. El objeto principal de este nuevo tipo de válvulas es perfeccionar la recepción para llegar a las condiciones óptimas aunque haya interferencias parásitas.

Selección de los impulsos sincronizadores

Con el separador antes citado hemos logrado extraer todos los impulsos que traía consigo la señal de video sin otra distinción. Se ha obtenido, pues, una serie de impulsos en forma más o menos cuadrada o rectangular en los que están incluidos los de acción vertical y los de acción horizontal.

Es necesario poder distinguir entre todos ellos cuáles son los verticales y cuáles los horizontales, extrayendo unos de otros y llevarlos a sus correspondientes generadores y amplificadores, hasta su destino final para cumplir su misión.

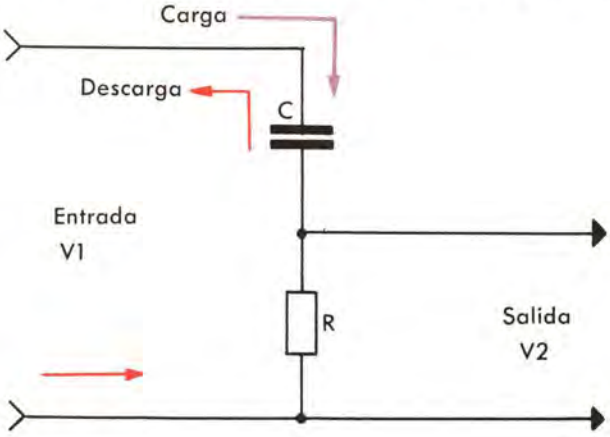
Debe recordarse que hay una cadencia de tiempo muy notable entre unos y otros impulsos, pues los horizontales tienen una cadencia entre impulsos de 64 μs; en cambio, los verticales la tienen de 20 ms. Los impulsos ecualizadores son también de cadencia corta, y los trataremos junto con los demás.

Diremos que para seleccionar unos impulsos

de otros se usan circuitos analíticos llamados «*diferenciadores*» para los horizontales, e «*integradores*» para los verticales, circuitos de composición muy simple, pero que juegan un papel muy importante a través de sus constantes eléctricas.

Circuito diferenciador

Un circuito diferenciador se compone de dos elementos eléctricos: una resistencia y un condensador C, montados en serie formando un circuito tal como se indica en la figura 15.



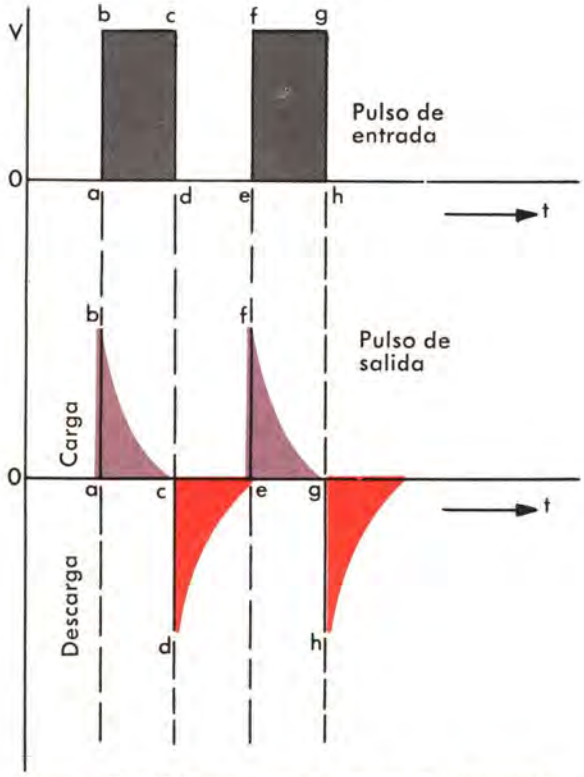


Figura 15. — Circuito diferenciador **y representación de los impulsos de entrada y de salida.**

Estudiemos ahora lo que sucede en este circuito cuando a la entrada se aplican una serie de impulsos de polaridad única de forma cuadrada o rectangular. En el instante *a*, el condensador recibe toda la amplitud que lleva el impulso y en los bornes de la resistencia R tendremos en forma instantánea una tensión máxima *a b* con un frente abrupto o escarpado. Durante el tiempo *b c*, correspondiente a la duración del primer impulso, el condensador C se va cargando muy lentamente en forma *exponencial* hasta que el condensador queda cargado, trazando la curva descendente *b c*; en el instante *c* la corriente de carga es nula, pero el condensador ya está cargado, precisamente durante el intervalo de tiempo *d e* en que la tensión de entrada es nula, y, antes de que se presente el impulso siguiente, el condensador se descarga sobre la resistencia R con la misma rapidez que lo había hecho en la operación precedente; aquí la corriente es grande al inicio y de signo contrario a la precedente, produciendo una tensión en los bornes de la resistencia, cuya magnitud es *c d*; pero la corriente de descarga va decreciendo exponencialmente, trazando la curva *d e*. Así la acción se repite en impulsos sucesivos, consiguiendo para cada uno de polaridad positiva dos impulsos abruptos de polaridad opuesta, es decir, con impulsos de polaridad única. El diferenciador los convierte en impulsos alternos.

Para conseguir que todo ello se realice tal como se ha expuesto es necesario que el condensador se cargue y descargue dentro del breve tiempo que dura el impulso; por lo tanto *la constante RC debe ser pequeña* así como la resistencia proporcionada a una descarga rápida, sin menospreciar el valor de V2 que se pretende adquirir a la salida. Para diferenciar bien los impulsos horizontales, esta constante suele ser del orden de los 10 μs; con un condensador de 25 pF se requerirá una resistencia de 400 kΩ. A pesar de que a la salida se logren impulsos alternos, sólo se aprovechan impulsos positivos en el momento de aplicarlos al oscilador horizontal. En algunos casos, muy raros, se aprovechan los impulsos negativos en los generadores amplificadores de información horizontal.

Circuito integrador

El *integrador* es también un circuito muy simple (fig. 16). El condensador C y la resistencia R tienen aquí valores mucho más elevados que en el diferenciador, por lo cual *la constante de tiempo es alta.*

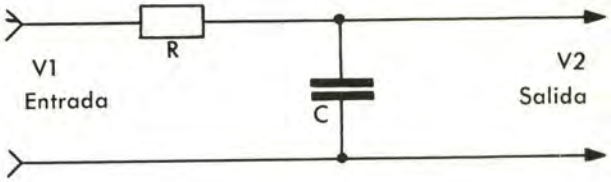
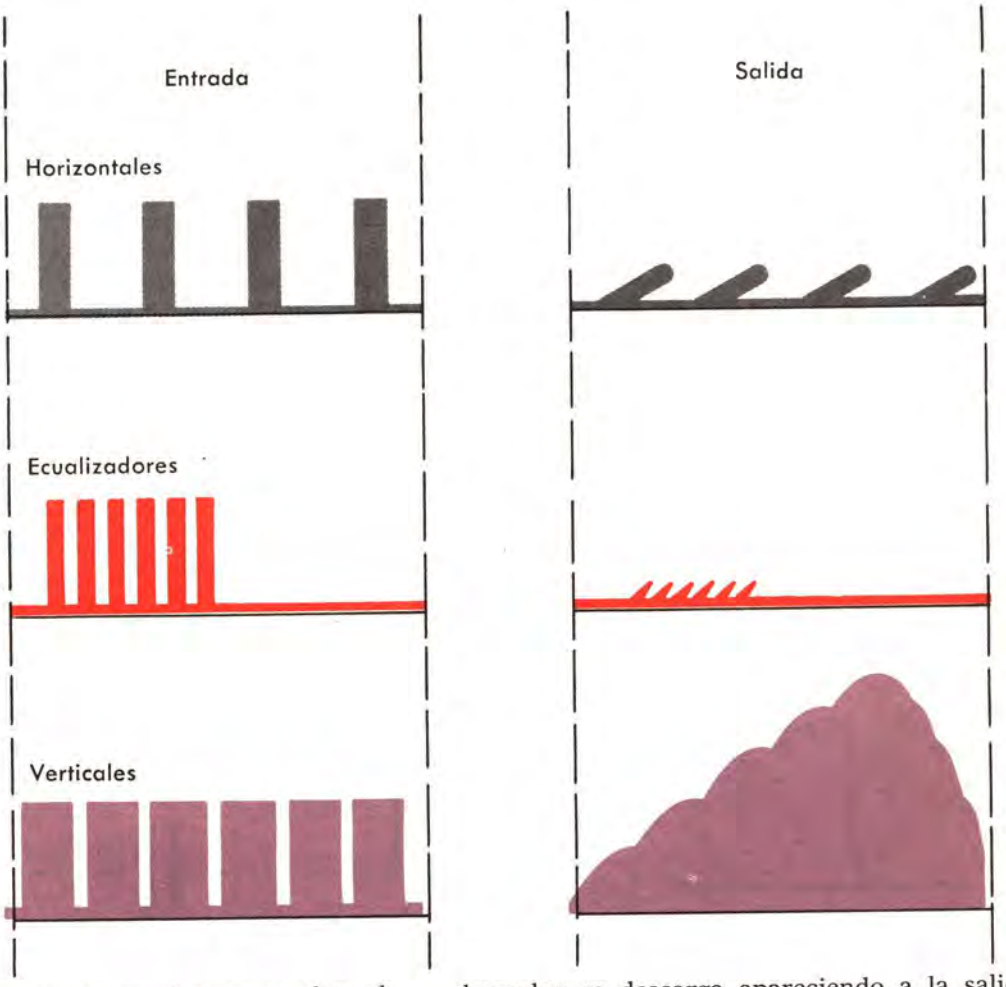


Figura 16. — Circuito integrador y representación de la amplitud y forma de los impulsos a la entrada y a la salida del circuito.



Dado que la constante de tiempo es alta, el condensador C podrá cargarse con los impulsos en forma acumulativa, puesto que por su gran capacidad no tiene tiempo de descargarse dentro del tiempo total en que aparece el grupo de impulsos pertenecientes al sincronismo vertical.

Recordemos que el sincronismo vertical llega formado por un tren de seis impulsos de corta duración, precedidos de un largo intervalo de tiempo.

Al llegar este tren de impulsos verticales, el condensador C se carga algo en el primer impulso, pero no tiene tiempo de descargarse que ya le llega el segundo impulso, y el condensador se carga aún más, y así los impulsos van acumulándose en el condensador hasta que termina la carga con un número de seis impulsos. Entonces el condensador se descarga apareciendo a la salida el impulso prácticamente *integrado* (sumado).

Con la serie de impulsos acumulados se obtiene una onda muy curiosa, constituida por seis pequeñas curvas exponenciales, unidas una a otra formando escalones; es decir, para cada impulso se suma o integra su carga en el condensador hasta alcanzar el nivel de disparo. Ésta es, pues, la información que obtenemos de los impulsos de sincronismo de cuadro.

Pero ahora cabe preguntar: ¿qué pasa con los otros impulsos horizontales y los ecualizadores? El integrador es, desde luego, un verdadero filtro paso-bajo y cuando a su entrada se presentan impulsos de cortísima duración, como los antes citados, el condensador puede con facilidad cargarse y descargarse, debido a su alta constante de

tiempo y, por esta razón, a la salida del integrador prácticamente no se recoge ninguna tensión de señal, pues los impulsos de sincronía vertical y los ecualizadores causan efectos de potencial casi nulo. En la figura 16 hemos querido representar totalmente los efectos de estos tres tipos de impulsos.

Como se recordará, a la terminación de cada cuadro se deja de emitir por brevísimos instantes la información de sincronía horizontal; sin embargo, gracias a los impulsos ecualizadores, y a que la información sincrónica vertical ha sido formada por seis impulsos consecutivos, es posible que el oscilador de barrido (que veremos en las próximas lecciones) siga sincronizando y pueda engancharse a las líneas de cuadro siguientes.

APLICACION DE LOS TRANSISTORES EN LA SEPARACION DE SINCRONISMOS

Entramos ahora en la fase de aplicación de los transistores en la separación de sincronismos. Todos los conceptos relativos a los sincronismos, que se han expuesto anteriormente para las válvulas, son válidos también en los transistores, pero aunque la función a desempeñar en el circuito sea la misma, el funcionamiento entre la válvula electrónica y el transistor es diferente; es por este motivo que pasamos a describir los conceptos principales de su aplicación en los circuitos separadores de sincronismos.

Separación de los impulsos de sincronismo con transistores

La separación de sincronismos consiste, como

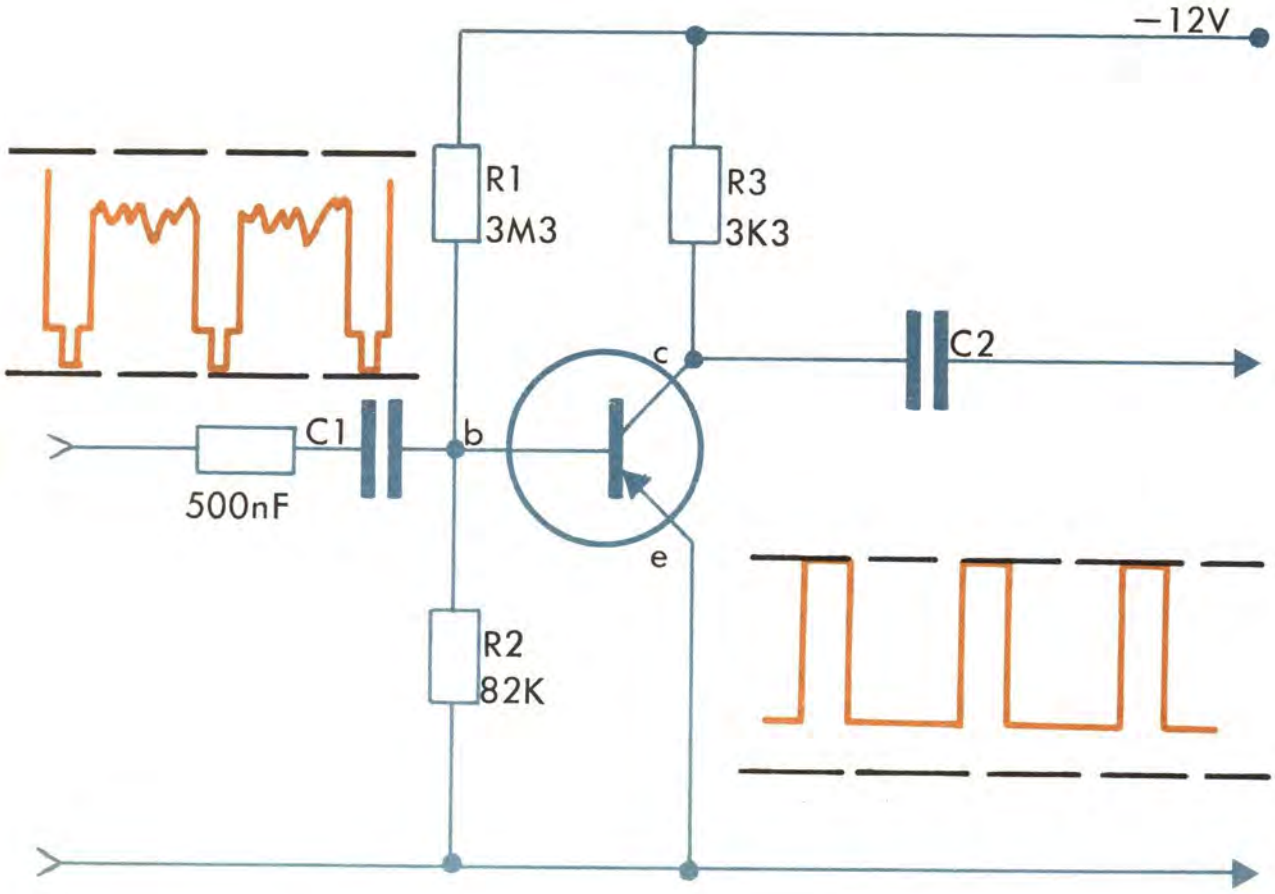


Figura 17. — Separador de sincronismos transistorizado, en circuito de polarización fija.

es sabido, en extraer de la señal de video únicamente los impulsos de información.

Esta separación puede hacerse con transistores PNP y NPN, aunque ambos con gran velocidad de corte y su aplicación debe hacerse según sea la polaridad de la señal de ataque. Normalmente, en estos casos se emplea el montaje de emisor común. Puede usarse con polarización fija o bien con polarización automática.

Con polarización fija podemos ceñirnos al circuito de la figura 17, en donde la polarización se ajusta mediante el puente divisor R1R2 de tal forma que los impulsos de sincronía que entran en la base del transistor sean ligeramente más negativos que la tensión entre base y emisor, necesaria para producir la saturación del transistor. Si los impulsos de sincronía son más negativos que la tensión base-emisor, la información de imagen será siempre positiva en este punto; entonces, en estas circunstancias, el transistor se halla al corte debido a su polarización fija y la información de sincronía se obtendrá correctamente para un determinado nivel de la señal; pero cuando este

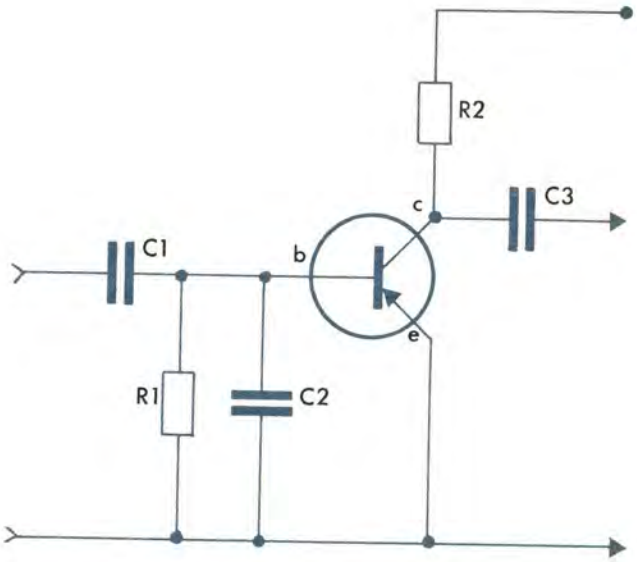


Figura 18. — Separador de sincronismos con transistor autopolarizado.

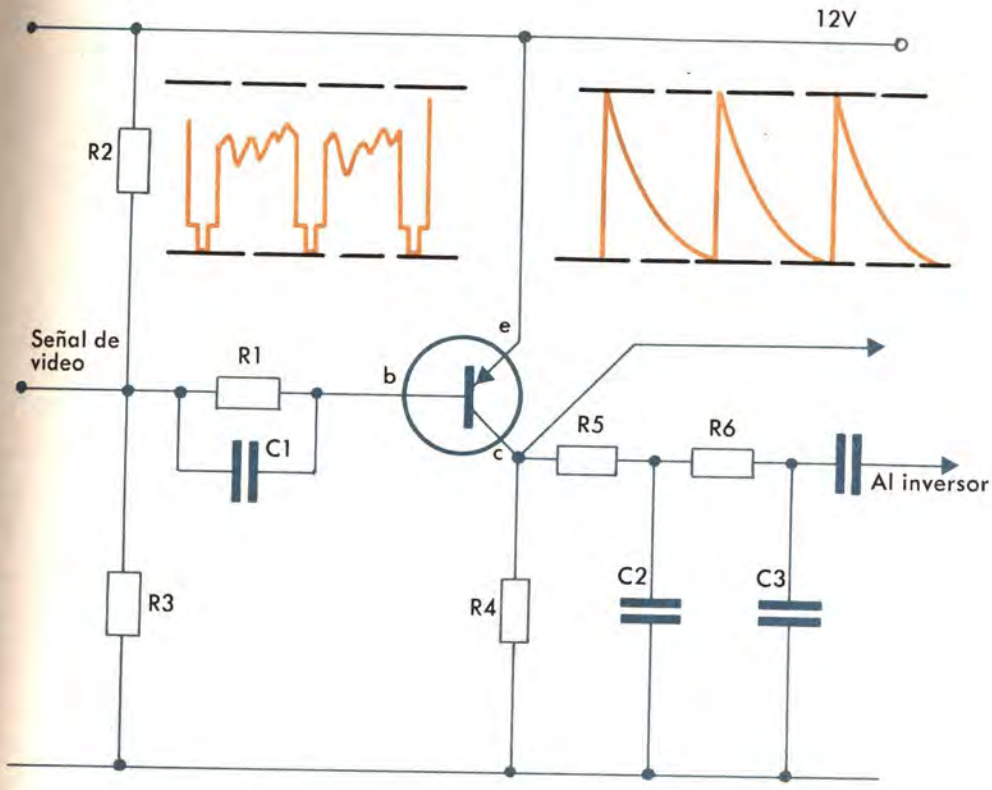


Figura 19. — Circuito transistorizado separador de sincronismos con polarización mixta (fija y automática).

nivel varía, la separación de información no se efectúa completamente. Es por este motivo que en muchos casos se usa un circuito autopolarizado, como el que indica la figura 18. En este circuito el transistor está al corte cuando no existe señal de entrada; entonces cuando recibe señal de entrada con polaridad negativa el transistor conduce y el condensador C2 se carga rápidamente; pero durante el tiempo que transcurre entre dos impulsos consecutivos, el condensador se descarga lentamente a través de R1.

El condensador C2 se carga, por lo tanto, bajo la serie de impulsos, a un nivel medio suficiente para mantener al corte el transistor; en cambio, sólo dejará pasar los impulsos de información correspondientes al nivel del negro. Esto es similar a lo que ocurre con una válvula polarizada por escape de rejilla como separador de sincronismos.

Otro circuito recortador muy usado es el indicado en la figura 19, en el cual la señal negativa de video se aplica a la base del transistor. El condensador C1 y la resistencia R1 suministran polarización automática, mientras que el divisor R2-R3 proporciona la polarización fija. La red de resistencias y condensadores R5-C2 y R6-C3 separan los impulsos de cuadro por integración.

Selección de los impulsos de sincronía en circuitos transistorizados

La selección de los impulsos de sincronía se efectúa, como en el caso de los circuitos con válvulas, por diferenciación o por integración mediante los circuitos clásicos de resistencia y capacidad ya estudiados. Conviene en este caso buscar un circuito en el que se consiga una perfecta independencia entre los impulsos horizontales y los verticales.

Son muchos y variados los circuitos posibles para esta acción y su disposición está enteramente ligada según sea la polaridad de la señal de entrada con relación al tipo de selección que se desea conseguir (por integración o por diferenciación). Incluso hay circuitos selectores que con un solo transistor consiguen la señal de salida seleccionada por integración y diferenciación; éste es el caso de la figura 20. En este circuito el integrador es alimentado por la resistencia de carga

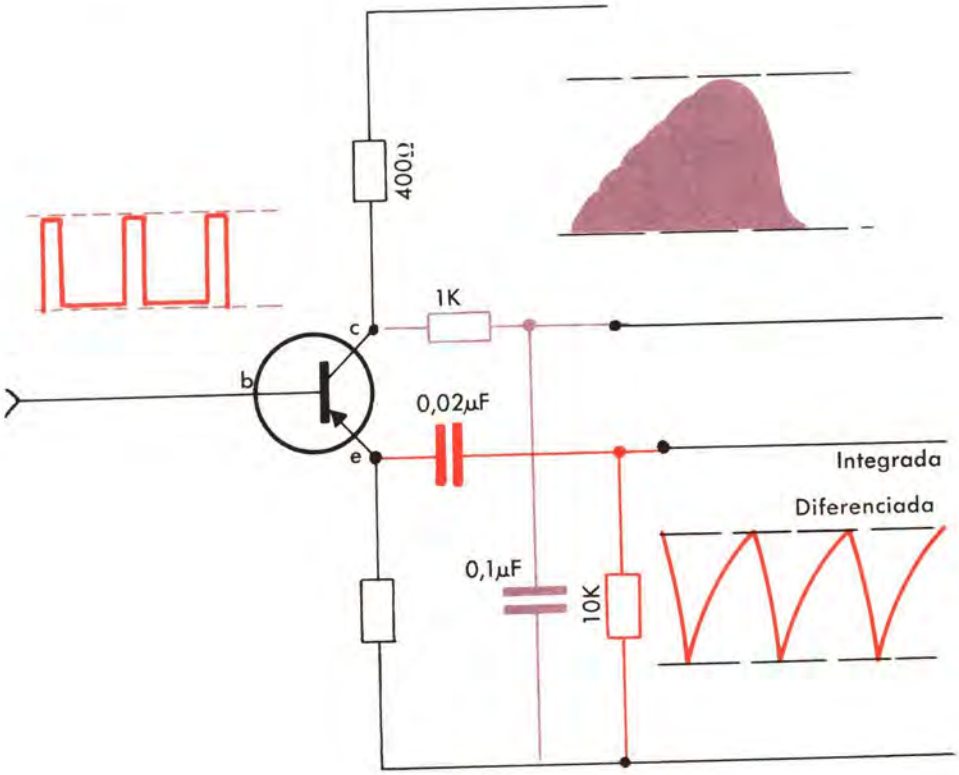


Figura 20. — Selector transistorizado de los impulsos de sincronismo.

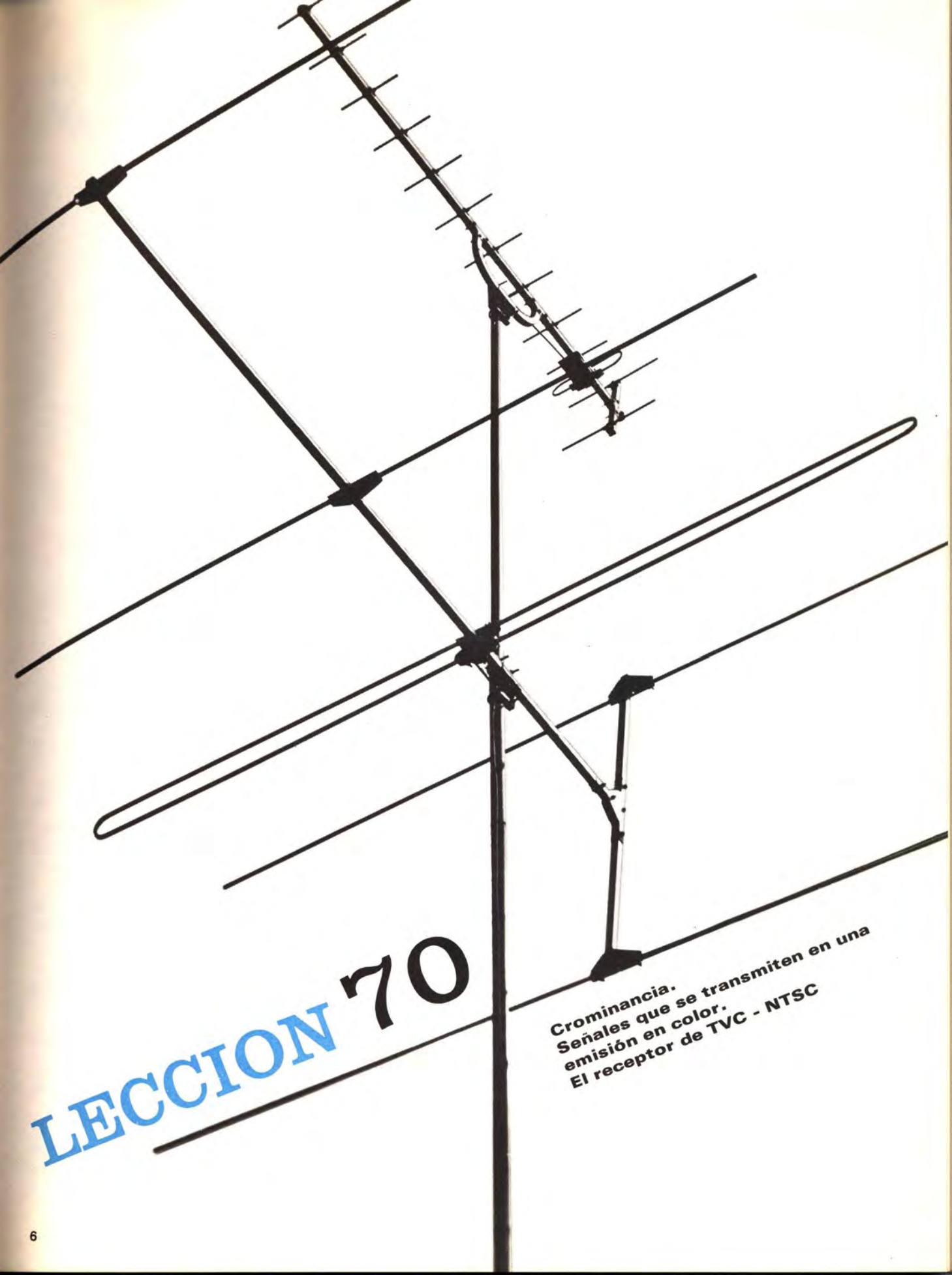
de colector y el circuito diferenciador por la resistencia de emisor. A veces, para reducir la interacción entre las entradas a los generadores de barrido horizontal y vertical, conviene conectar una resistencia de desacoplo en serie con el colector, de un valor que oscila entre 500 a 1.000 Ω .El circuito marcado en color rojo constituye el circuito integrador y el marcado en azul el diferenciador.

En algunos casos, para que sea más eficiente el efecto diferenciador e integrador, se duplican, e incluso triplican, estas redes compuestas de resistencias y capacidad, de manera que cuando se observe en un circuito comercial una red de esta categoría hay que pensar que se trata de un circuito tendente a mejorar la selección de los impulsos de sincronismo.

Defasador

El defasador consiste en un circuito que permite la exacta eliminación de la modulación de video en la separación de sincronismos e incluso de las perturbaciones industriales y atmosféricas. Este circuito suele añadirse después del paso de impulsos de sincronía y resulta a veces indispensable para invertir al mismo tiempo la polarización de la señal, según sea el esquema adoptado, para poder entrar con la polaridad adecuada a los osciladores de barrido.

* * *



LECCION 70

Crominancia.
Señales que se transmiten en una emisión en color.
El receptor de TVC - NTSC

LOS CIRCUITOS DE CROMINANCIA DE LA TELEVISION EN COLOR

CROMINANCIA

En las lecciones anteriores estudiamos los principios fundamentales de la televisión en color y cómo podía conseguirse este brillante éxito de la tecnología electrónica, principalmente por medio del sistema norteamericano NTSC y los europeos SECAM y PAL, este último adoptado en España por TVE.

En esta lección estudiaremos ya en forma concreta la CROMINANCIA o «cromaticidad», parte de la señal de televisión, que lleva la información del color de las imágenes, para pasar luego, en la lección siguiente, al estudio de la sección o unidad de crominancia del televisor, que constituye lo que podríamos llamar la «paleta» de TV-Color.

No obstante, de entrada, en cualquier país, para que pueda establecerse un sistema de TV-Color es imprescindible que éste pueda utilizarse combinadamente con los sistemas clásicos de TV en blanco y negro ya existentes. Veamos pues esta primera condición práctica fundamental.

CROMINANCIA - Compatibilidad entre TV-Color y la TV en blanco y negro

Debemos tener en cuenta que si la televisión en color ha de ser comercial conviene sea compatible con los sistemas y normas existentes de las transmisiones de blanco y negro, con lo cual podremos ver todos los programas (sean o no de color) en cualquier televisor (fig. 1). La figura indica que en los televisores para color no veremos todos los programas en color, sino sólo los especialmente transmitidos con la señal de CROMINANCIA. Éstos, debido a su coste elevado sobre los normales, no suelen ocupar toda la programación de un canal, sino sólo los programas más importantes. Analizando la figura 1 veremos también que cuando una emisión es en color, con un televisor en blanco y negro se ve como otra normal, o sea, las variaciones de brillo o luminancia de la imagen; por lo cual podemos ya puntualizar que una transmisión de color consta de la información de brillo llamada «LUMINANCIA», la información de color «CROMINANCIA» y, además, el sonido y sincronismos, todo ello dentro de un solo canal, sea de VHF o UHF indistintamente.

La crominancia consiste en la modulación de una portadora situada a 4,43 MHz de la portadora de luminancia; dicha portadora se denomina PORTADORA DE COLOR o SUBPORTADORA (fig. 2).

Como puede apreciarse en la figura, la modulación de la subportadora (cuyo proceso será detallado más adelante) sólo ocupa aproximadamente ± 0,5 MHz, que, comparado con los cinco que tiene la modulación de la portadora de luminancia, hará que la definición del color sea muy inferior a la luminancia. Recordemos que la definición de una imagen (nitidez con que se ven todos los detalles) reproducida por un tubo de tele-

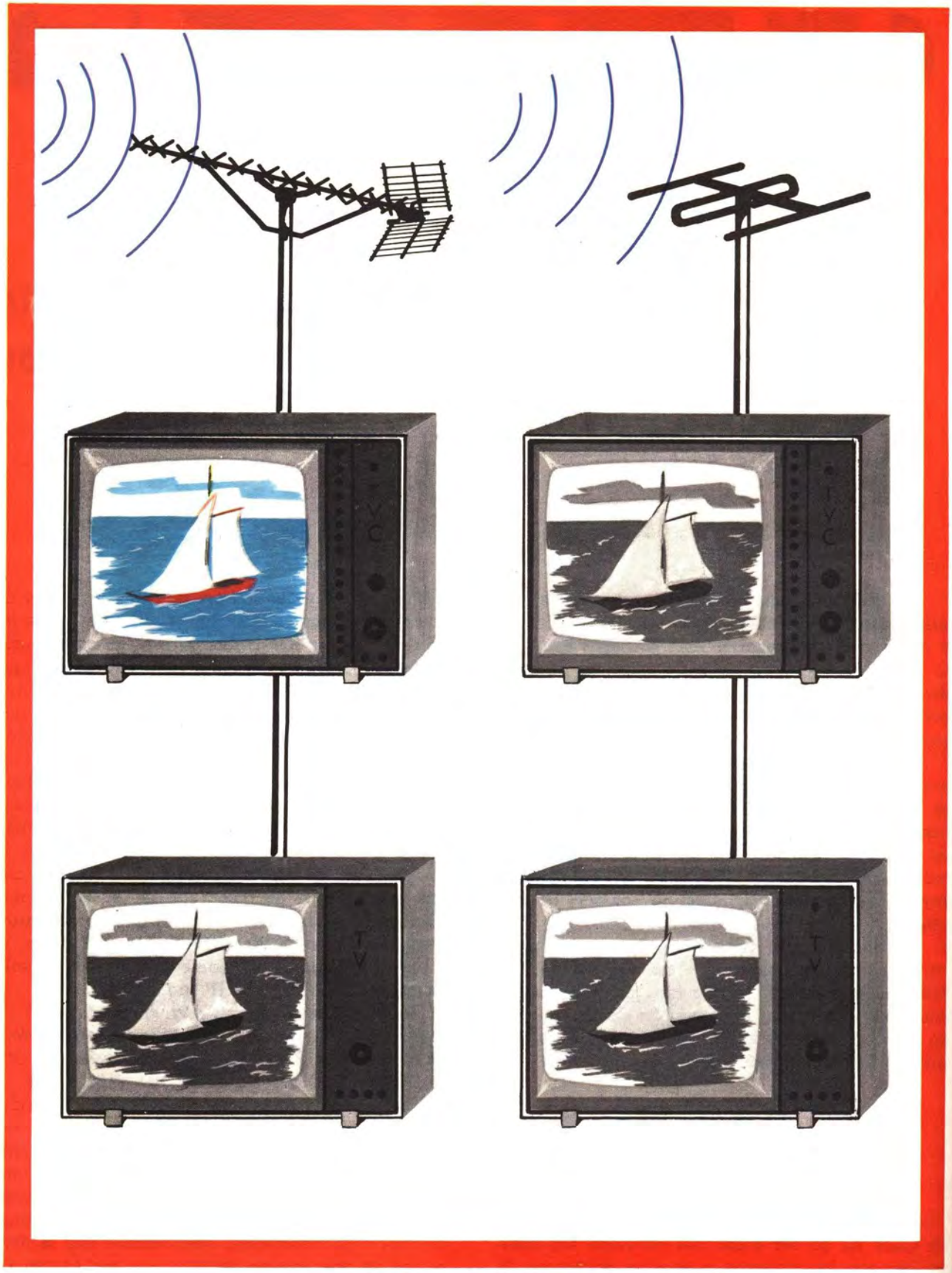
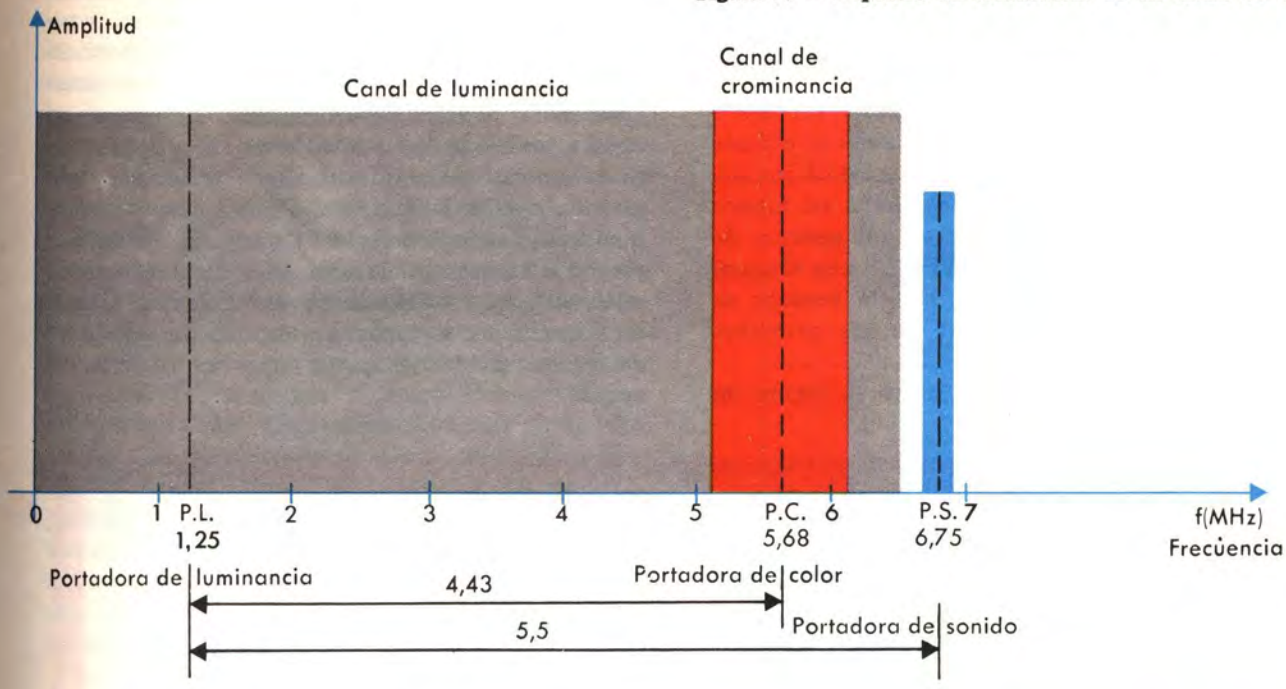


Figura 1. — Compatibilidad de la TVC con los televisores de blanco y negro.

Figura 2. — Espectro de frecuencias de un canal de color.



visión depende de la gama de frecuencias que posea la señal que se aplica al tubo (fig. 3).

En el estudio de los colores y del comportamiento del ojo humano frente a éstos (forma en que actúan los conos y los bastoncillos), se llegó a la conclusión de que el ojo tiene mucha definición para las variaciones de brillo (luminancia) y menos para las de color (crominancia), debido a que los conos, que se encargan de la visualización, están en menor cantidad que los bastoncillos, encargados de la percepción de las variaciones de luz. Por esto, y después de experiencias prácticas, se comprobó que transmitiendo la señal de crominancia, con sólo ± 0,5 MHz de banda lateral, se obtenía una definición de color que para el ojo humano es suficientemente buena si va acompañada con variaciones de brillo de mejor calidad (señal de luminancia de unos 4 ó 5 MHz), según muestra la figura 4.

Es decir, de todo cuanto hemos indicado, intuimos que la televisión en color, desarrollada por los sistemas actuales, se basa en transmitir una señal en blanco y negro de alta definición (hasta 5 MHz en la norma CCIR) y simultáneamente otra señal (de cromaticidad) de baja definición, que se utiliza para «colorear», en el televisor, la imagen

Figura 3. — La definición de una imagen de televisión depende directamente de la anchura de banda con que se transmita la portadora de video.

en blanco y negro, con la particularidad de que esta señal de crominancia se «incluye» o «comprime» dentro de la luminancia, es decir, dentro de la portadora de video. Con ello, la anchura de banda de una transmisión de TV-Color es la misma que la de TV en blanco y negro. Si bien un televisor de TV-Color no podrá «interpretar» o utilizar la señal de crominancia, empleará la de luminancia como de video en una transmisión en blanco y negro. Por ello decimos que un tal sistema de transmisión en color es COMPATIBLE con el usual en blanco y negro y, además, con la ventaja de poder utilizar cualquier canal de los previstos para blanco y negro.

A poco que reflexionemos sobre la forma de transmitir la información de color surge la duda de cómo poder intercalar ésta en la señal normal de video y de si en los televisores de blanco y negro, al recibir emisiones de color, la subportadora (de frecuencia 4,43 MHz) producirá interferencias en la pantalla, pues muchos televisores reproducen hasta 4 y 4,5 MHz de banda de video (luminancia). No se produce tal interferencia porque en realidad al transmitir cualquier imagen, por complicada («definida») que sea, nunca ocupa todas las frecuencias del canal en que se transmite, sino que se distribuye en bloques o «picos» de frecuencias, agrupadas alrededor de múltiplos de frecuencia de línea a lo largo del espectro del canal.

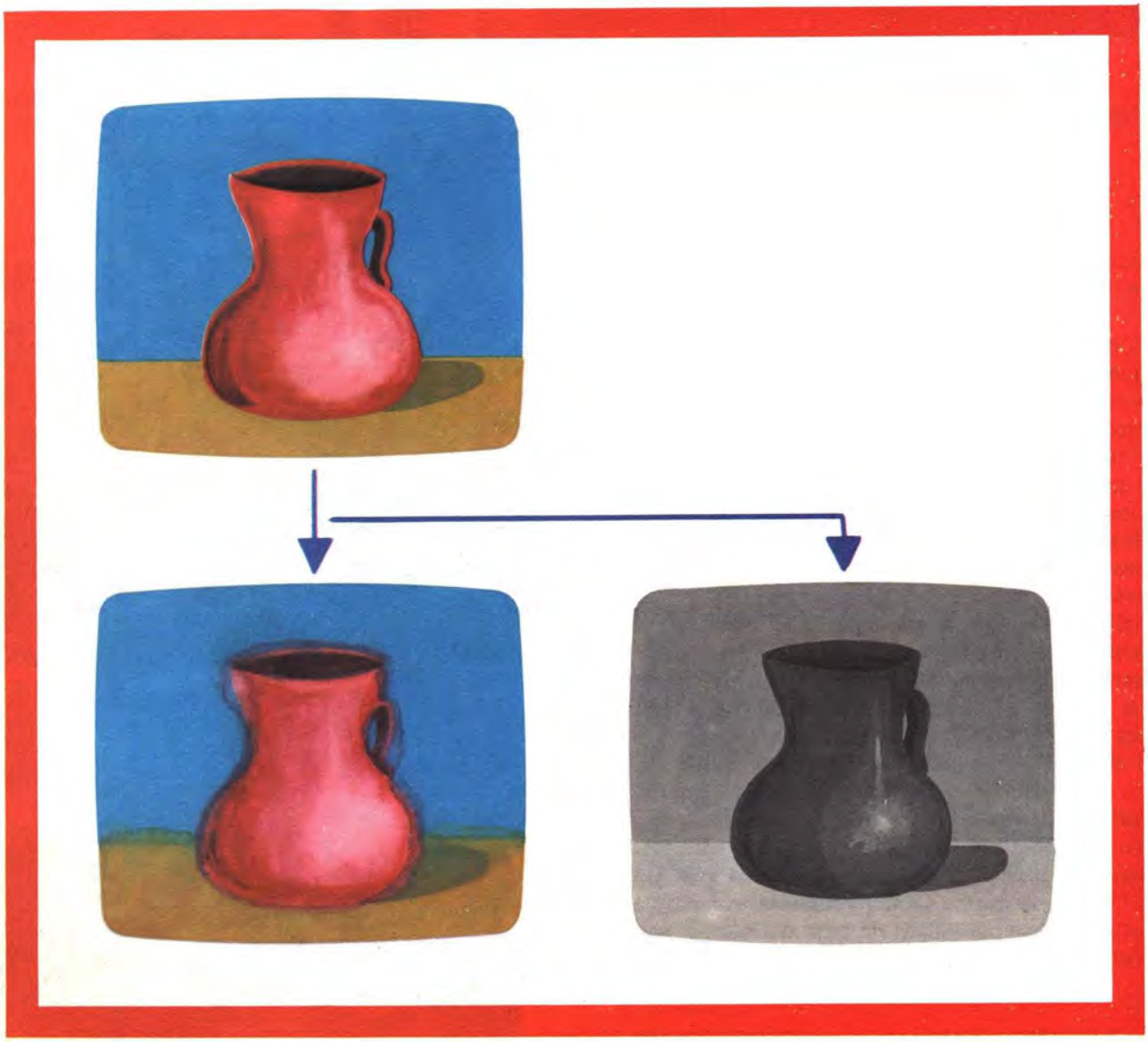


Figura 4. — La «definición» de luminancia es muy superior a la de crominancia.

En efecto, sabemos que una frecuencia (f) modulada en amplitud por otra frecuencia (f') da lugar a una señal constituida por tres frecuencias distintas, a saber: la portadora (f), la frecuencia suma (f + f') y la frecuencia diferencia (f — f'); es decir, una *frecuencia central* y dos *frecuencias laterales* (fig. 5). Ahora bien, normalmente, la señal moduladora no es una frecuencia pura, sino una onda conteniendo una fundamental y un determinado número de armónicos, cuyas frecuencias serán múltiplos de la fundamental. En consecuencia, si modulamos aquella portadora con una señal compuesta (de frecuencia f' + 2 f' + + 3 f' + 4 f' + ... etc.), podemos imaginar que a cada lado de la frecuencia central (portadora) no obtendremos dos frecuencias laterales, sino dos *bandas laterales de frecuencias* —unas serán frecuencias suma y otras frecuencias diferencia— (figura 6). Recordemos, asimismo, que en toda señal compuesta de una frecuencia fundamental y sus armónicos, las amplitudes de éstos disminuyen en proporción al número de orden de los mismos.

Con este diagrama de la figura 6 observamos que una banda pasante —que puede ser la del conjunto de las dos bandas laterales o una sola de ellas (banda lateral única BLU)— está formada en realidad por «bloques» o picos de frecuencias, agrupados según un cierto orden, y separados a una distancia fija, como indicamos ya en precedentes líneas para el canal de TV.

Veamos ahora por qué dijimos que en TV estos bloques se agrupaban en múltiplos de *frecuencia de línea*. La señal de video, al ser interrumpida periódicamente por los impulsos de sincronismos de línea, nos da una banda cortada muchísimas veces, como si se tratase de armónicos de frecuencia de barrido horizontal de 15.625 Hz, es decir, «bloques» separados exactamente 15.625 Hz. Cada bloque, a su vez, está constituido por una banda de bloques de armónicos, separados a la frecuencia de cuadro o barrido vertical de 50 Hz (fig. 7).

En la figura 7 hemos indicados los bloques con amplitud decreciente, de acuerdo con el número creciente de los armónicos; en realidad, ello corresponde a una imagen estacionaria o fija, pero si la imagen varía con el tiempo —escena en movimiento— las amplitudes varían y la curva decreciente, aunque siga siéndolo, presenta variaciones de amplitud (altibajos) más o menos pronunciadas (fig. 8). Por otra parte, como a cada lado de la frecuencia central las bandas laterales son simétricas, basta representar una sola e incluso transmitir una sola (transmisión en banda lateral única BLU).

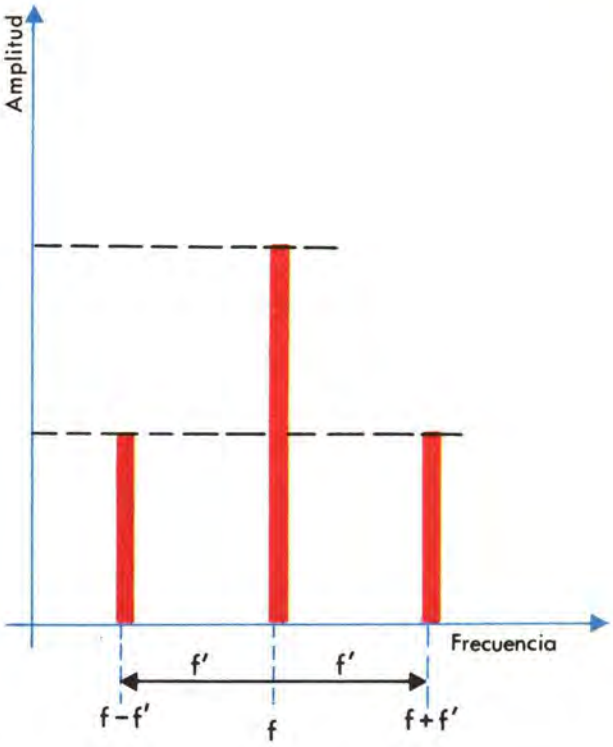


Figura 5. — Frecuencia central o frecuencia de una portadora (f) y sus frecuencias laterales, debidas a la modulación en amplitud de aquélla por una frecuencia (f').

Como se ve en el espectro de la señal, que podemos considerar de luminancia en TV color o de video en blanco y negro, entre los «bloques» quedan unos espacios de frecuencia libres distanciados; en consecuencia, también unas distancias que son iguales —de la misma frecuencia—. Podemos imaginar que la señal de *crominancia* está formada por un espectro con su frecuencia portadora y fundamental y sus armónicos, es decir, con sus «bloques» y sus espacios vacíos de frecuencia.

Pues bien, si intercalamos los dos espectros, de forma que los bloques de una señal ocupen los espacios vacíos de la otra y viceversa, a modo de entrar un peine en otro intercalando sus púas, podemos comprender que las señales de luminancia y de crominancia pueden intercalarse dentro de un mismo canal *sin interferirse* y siendo compatibles.

Ahora bien, como la definición de la señal de crominancia es menor que la de luminancia, ya que basta que así sea para nuestra percepción visual, la señal de crominancia sólo ocupará una pequeña porción del espectro de luminancia. Es decir, los bloques del espectro de crominancia sólo ocuparán algunos espacios vacíos del espectro de luminancia. En la práctica, la portadora (llamada

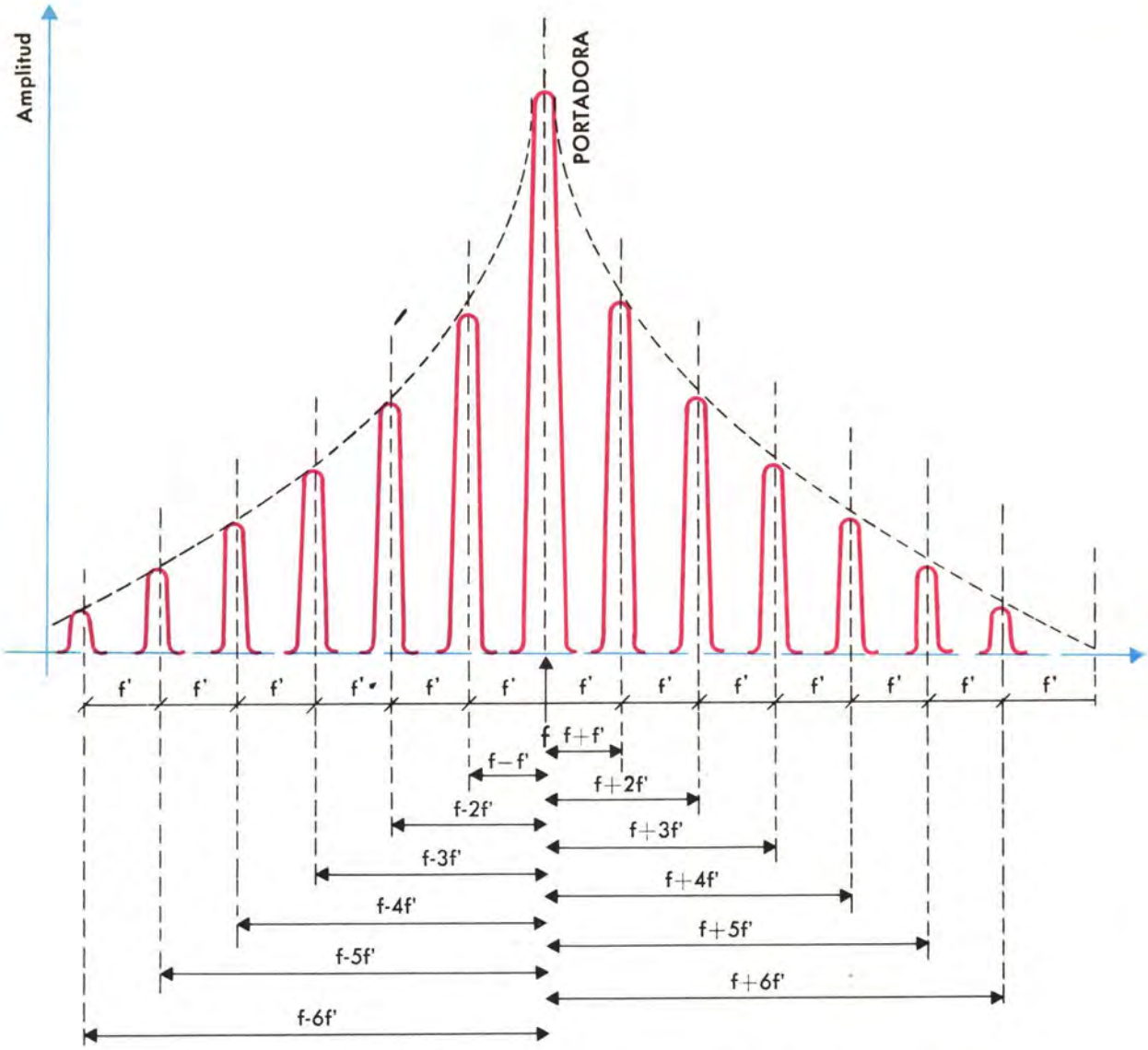


Figura 6. — Frecuencia central o frecuencia de una portadora y sus bandas laterales, debidas a la modulación en amplitud de aquélla por una señal compuesta.

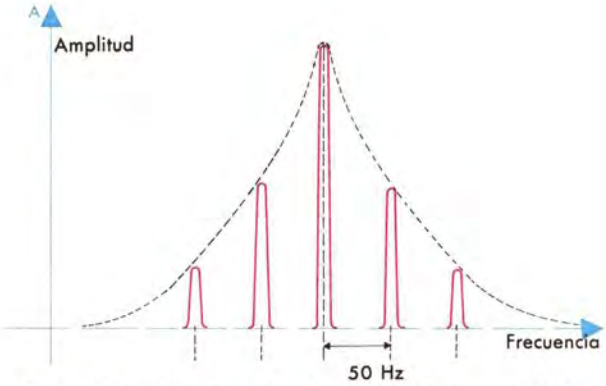


Figura 7. — Espectro de frecuencia de una escena normal estacionaria.

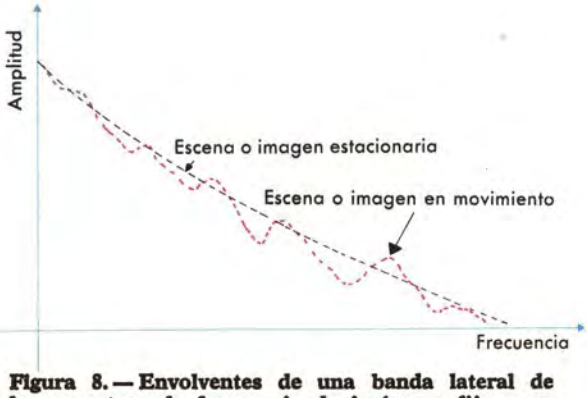


Figura 8. — Envolventes de una banda lateral de los espectros de frecuencia de imágenes fija y en movimiento.

corrientemente *subportadora*) se sitúa a 4,43 MHz de la de video o luminancia, es decir, a

$$\frac{4.430.000}{15.625} = 283{,}5 \text{ veces la frecuencia de línea,}$$

lo cual indica que la portadora de color o frecuencia central del espectro de crominancia se sitúa en el espacio vacío entre los bloques o armónicos 283 y 284 del espectro de video o luminancia (fig. 9).

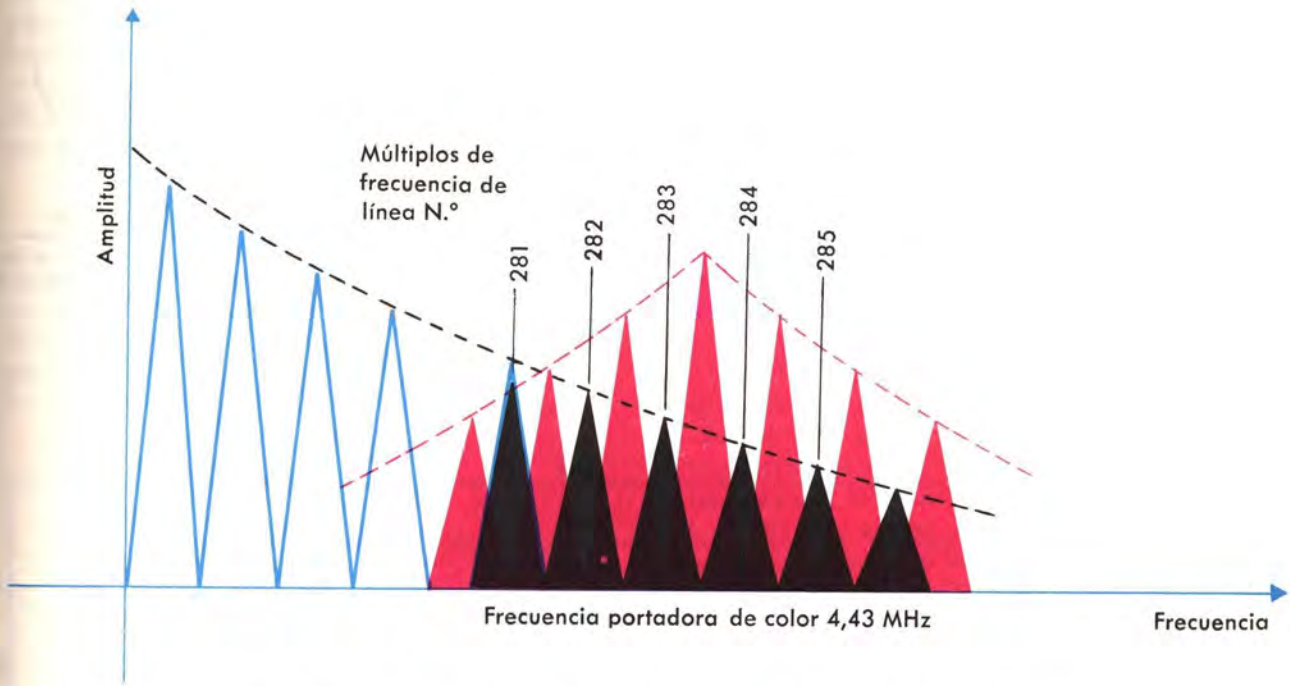


Figura 9. — Entrelazado del color (crominancia) con la luminancia o video.

La mezcla aditiva de colores

En el estudio de la colorimetría vimos que con sólo tres colores podían obtenerse todos los restantes y que el tubo de imagen de color mundialmente adoptado de máscara perforada es del tipo tricromático, con el rojo, verde y azul.

Cuando se mezclan pinturas se obtiene un color resultante, correspondiente a la resta de colores (mezcla sustractiva), y cuando se mezclan luces se consigue una mezcla aditiva. En este caso, con los colores citados se obtienen todos los demás salvo el negro. En televisión estamos en presencia de una mezcla aditiva y por lo tanto no se obtiene el negro por crominancia. Esto no es ningún problema, pues el negro lo tenemos precisamente por ausencia de la luz en la pantalla. El blanco se obtiene por la mezcla adecuada del rojo-verde-azul (fig. 10) como ya vimos en colorimetría.

Figura 10. — Mezcla aditiva de colores por medio de luces de color.

Reproducción de una imagen en blanco y negro por el tubo de imagen de color

En primer lugar se utilizará un tubo normal de blanco y negro (un solo cañón). Supongamos que la tensión de MAT y las aceleraciones fueran correctas y asimismo los campos magnéticos que producen las desviaciones del haz electrónico horizontal. Por tanto, el tubo está en condiciones de recibir la señal de video que gobierna el haz y reproducir la imagen en la pantalla.

La imagen de la figura 11a es una gama de barras grises muy utilizada en televisión para el ajuste de los receptores. La figura 11b muestra la tensión durante cada línea que se aplica entre cátodo y reja del tubo de imagen para producir esta gama de grises. La forma de aplicar esta tensión al tubo es entre cátodo y masa si colocamos la reja a masa (fig. 11c).

La barra A de la figura 11a es producida por el nivel de tensión A de la figura 11b, que es el menor positivo. Con esto, la tensión cátodo-reja es poco positiva y la corriente del haz es fuerte, por lo cual la luz emitida por la pantalla es intensa (siempre proporcional a la corriente del haz). Las barras siguientes B, C, D, emiten menos luz porque la tensión cátodo-reja se hace más positiva y circula menos corriente de haz. En la barra H, esta tensión llega a cortar la corriente (tubo al corte) de haz, con lo que esta barra no emite luz y corresponde precisamente al negro en comparación con las otras barras que emiten luz.

Pues bien: si se aplica de igual forma esta señal a los tres cátodos del tubo de color se obtendrán en la pantalla tres imágenes de gamas de brillos de los colores rojo, verde y azul, cuyo resultado será la obtención de una gama de blanco (equivalente a la gama de grises). Figura 12.

Por tanto, con la señal de luminancia de cualquier imagen, aplicada simultáneamente a los tres cátodos de un tubo de color, se obtiene en la pantalla la reproducción de esta imagen en blanco y negro, porque cada punto, sea brillante u oscuro, está formado por los tres colores del tubo siempre en la misma proporción.

La gama de grises de la figura 11a es la correspondiente al color, puesto que el blanco es la primera barra de la izquierda, visto frontalmente a la inversa de la gama para blanco y negro, que empieza con el negro por la izquierda.

Condiciones de trabajo del tubo de imagen de color

Las condiciones típicas de funcionamiento se refieren a la característica corriente de haz y tensiones cátodo-rejilla.

Primero: cuando en la pantalla aparece una zona negra (ejemplo: la barra H de la gama de grises descrita anteriormente) los haces de los tres cañones del tubo deben estar al «corte».

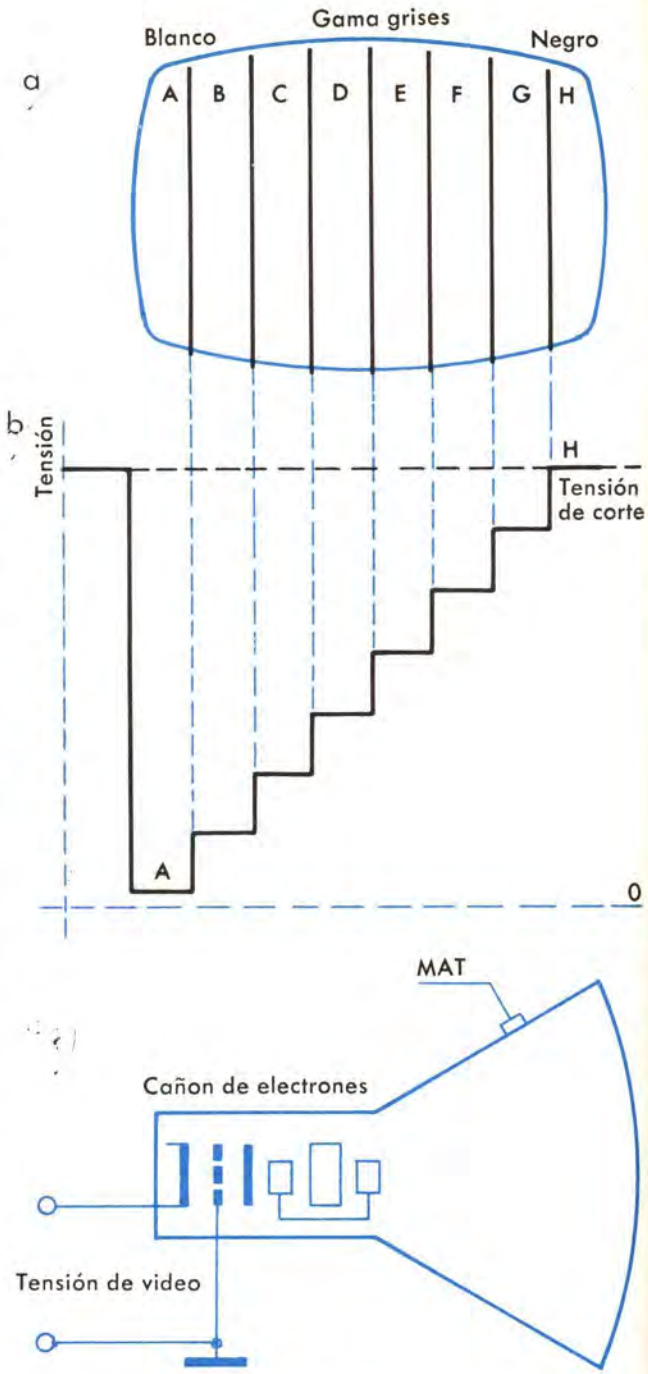


Figura 11. a) Imagen de la gama de grises, b) Tensión que se aplica al tubo de imagen durante cada línea para producir la escalera de brillos o gama de grises.

La tensión de corte debe ser exactamente la misma para cada cañón. Figura 13.

Segundo: Con una misma tensión positiva en cada cátodo, la cantidad de la luz que emite la pantalla debe ser la misma para cada color, con lo cual el blanco que se reproducirá en el *BLANCO* C, da igual energía luminosa en sus tres componentes; pero de estos componentes (rojo, verde y azul) iguales, el ojo humano sólo percibe proporcionalmente 0,59 partes de verde, 0,3 de rojo y 0,11 de azul. Para formar una luminancia de *BLANCO C*, a partir de los tres primarios, siempre debe cumplirse que:

$$\text{Luminancia} = Y = 0{,}59\ V + 0{,}3\ R + 0{,}11\ A.$$

Si bien el ojo humano se sensibiliza según esta proporción, un aparato de medida adecuado puede sensibilizarse por igual a los tres colores. Así, para comprobar que la luz emitida por cada color por la pantalla del tubo es la misma, se coloca un *fotómetro que tenga una respuesta espectral plana* dentro de la gama de luz visible; delante de la pantalla, y haciendo funcionar sólo un cañón electrónico (la pantalla sólo reproduce un color si está bien ajustada la pureza del tubo), se mide la corriente del fotómetro y luego se hace la misma operación en los otros dos cañones. En caso de que no coincidan estas dos últimas corrientes con la medida del primer cañón se ajustarán las tensiones de pantalla de cada cañón, para que sean idénticas las corrientes del fotómetro en los tres colores.

Reproducción de una imagen de color por medio del tubo de «máscara perforada»

Así como existe una gama de grises normalizada, para color se han normalizada también unas barras de colores (fig. 14), a saber:

Componentes de los tres colores que intervienen en su reproducción	
Primera barra: BLANCO	rojo + verde + azul
Segunda barra: AMARILLO	rojo + verde
Tercera barra: CIANO	verde + azul
Cuarta barra: VERDE	verde
Quinta barra: MAGENTA	rojo + azul
Sexta barra: ROJO	rojo
Séptima barra: AZUL	azul
Octava barra: NEGRO	ausencia de los tres

Para obtener estos colores con la máxima saturación posible, los tres primarios componentes (rojo, verde y azul) deben tener por separado la máxima saturación y participar además en la misma actitud.

Veamos qué señales necesitamos aplicar a los tres cátodos de un tubo de color para reproducir las barras de colores. Sea, por ejemplo, la tensión de corte de este tubo + 80 voltios cátodo-reja y el máximo brillo permisible sólo + 10 voltios en cátodo-reja; cuando no intervenga un color de los tres primarios en la formación de una barra, el haz electrónico de ese color debe estar al corte; por tanto, la tensión de cátodos, a + 80 voltios y cuando deba intervenir lo debe hacer con el máximo brillo, tensión de cátodo + 10 voltios.

En la figura 15 se muestran los oscilogramas

Figura 12. — Reproducción de la gama de grises por un tubo de color.

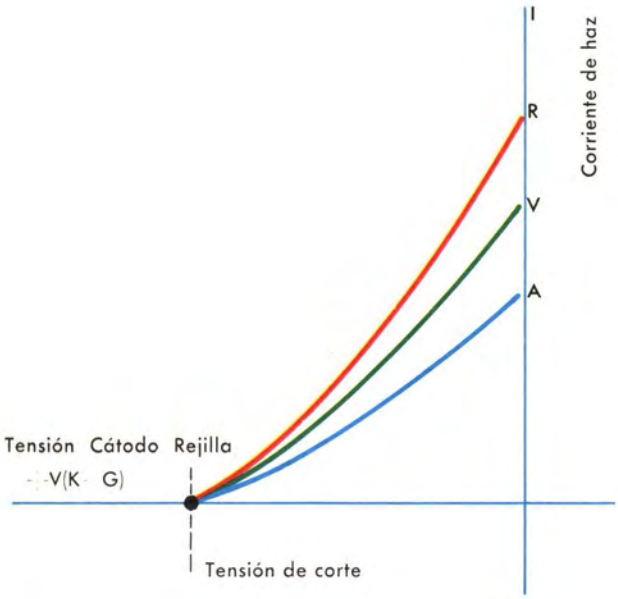


Figura 13. — Características de un tubo de imagen de color (la tensión de corte debe ser exactamente la misma para cada cañón).

Figura 14. — Barras normalizadas de color (11).

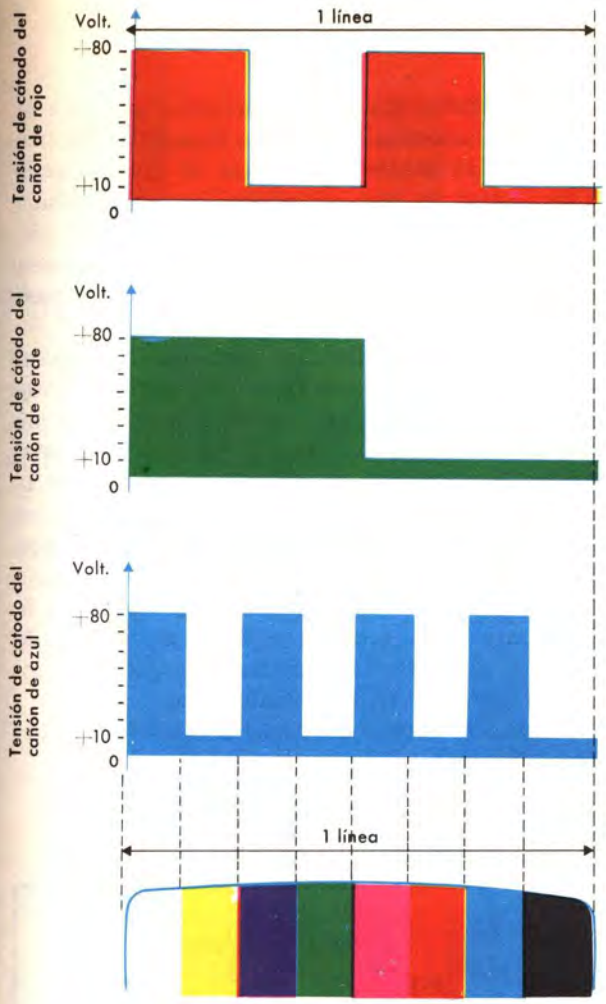


Figura 15

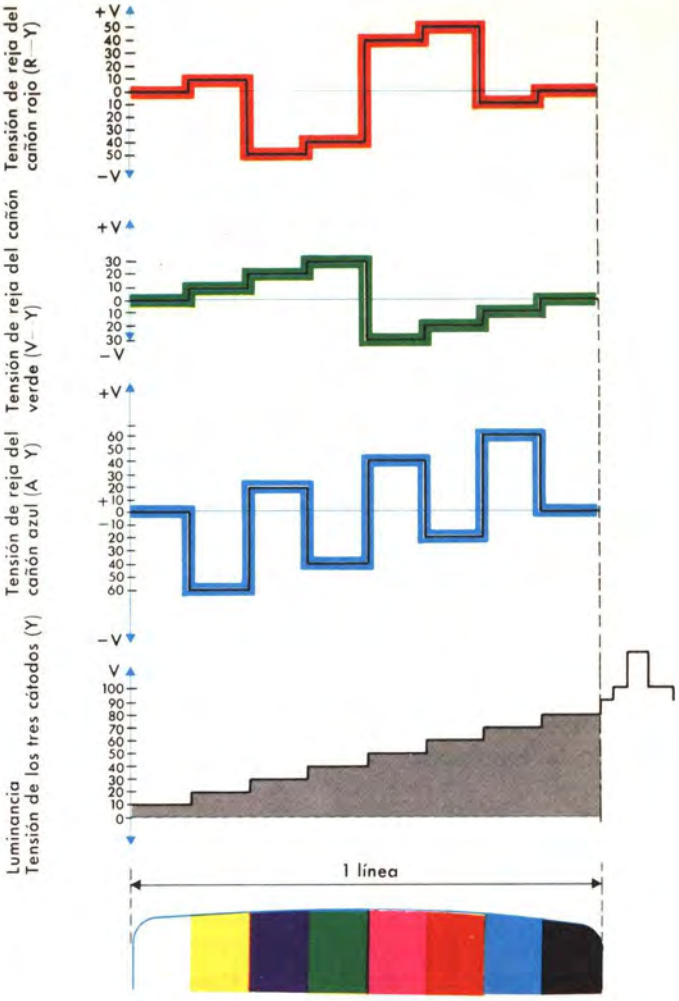
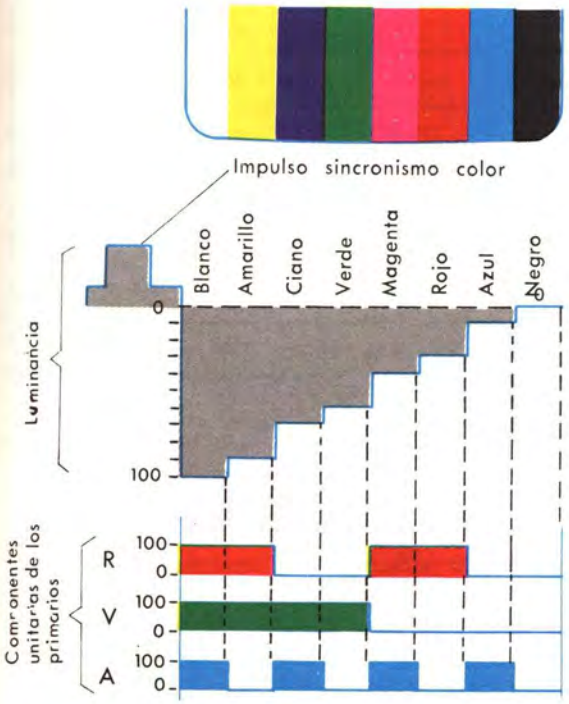


Figura 16



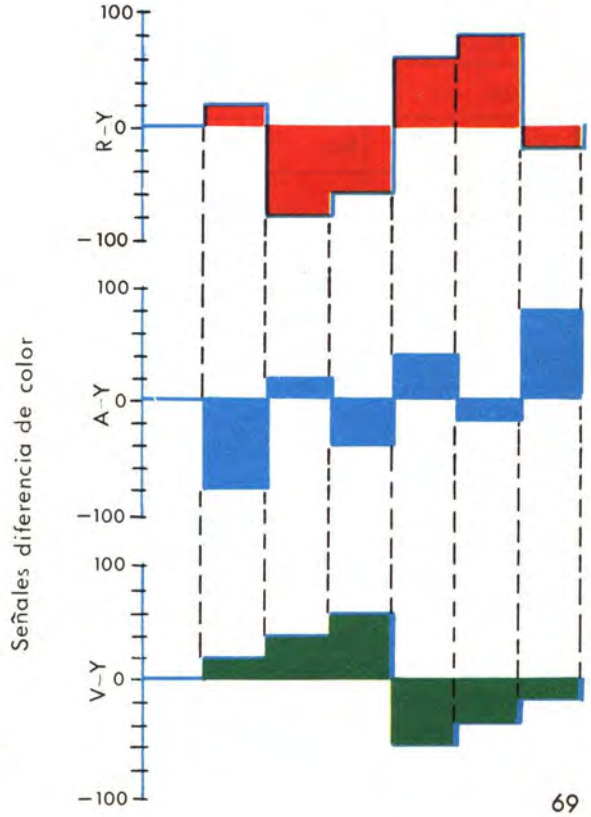


Figura 17

de estas tensiones de cátodo de cada cañón durante el *período de una línea;* estas señales son las de *VIDEO COLOR de ROJO, VERDE y AZUL* respectivamente. Sin embargo, no son exactamente éstas las señales que se aplican en el tubo de color, pues la luminancia de la imagen es imprescindible sea recibida por el tubo de color para que cuando no sea en color la transmisión pueda reproducir la de blanco y negro.

Como hemos visto anteriormente la luminancia se aplica a los tres cátodos a la vez, y para que el resultado de las tensiones de cátodo-reja sigan siendo las de los oscilogramos de la figura 15, es necesario que las rejillas de control de cada cañón no estén conectadas a masa y aplicar las siguientes tensiones.

Estas tensiones aplicadas a las rejas se denóminan *SEÑALES DIFERENCIA DE COLOR*, simbólicamente representadas por (R-Y) (V-Y) y (A-Y) respectivamente; en la figura 16 pueden verse los oscilogramas de estas tensiones y los de la luminancia.

Resumiendo: a un tubo de color se aplica la tensión de luminancia (Y) de la imagen en los tres cátodos y las señales diferencia de color a cada rejilla; caso de que se reciba una transmisión normal en blanco y negro no hay señales de diferencia de color y las rejas quedan a 0 voltios, con lo cual se reproduce la luminancia de la imagen que sigue llegando a los cátodos.

Estas cuatro señales son las que se deberían aplicar a un tubo de + 80 voltios en cátodo de tensión de corte y + 10 voltios para el máximo brillo; han servido de ejemplo para llegar a comprender la necesidad de las mismas; ahora en la figura 17 se indican estas señales con sus valores normalizados: la tensión de luminancia ocupa 100 partes, la existencia de un color es 0 (tensión cátodo-reja) y la ausencia es de 100 (tensión de corte) para los videos de rojo, verde y azul, de donde se obtienen las señales diferencia de color (R-Y) (V-Y) y (A-Y) normalizadas.

Veamos la forma de llegar a las señales diferencia de color.

Color	*Componentes*			*Tensión lumínica*	*Señales diferencia*		
	Rojo	*Verde*	*Azul*		*R-Y*	*V-Y*	*A-Y*
Blanco	Sí	Sí	Sí	100	0	0	0
Amarillo	Sí	Sí	No	89	11	11	— 89
Ciano	No	Sí	Sí	70	— 70	30	30
Verde	No	Sí	No	59	— 59	41	— 59
Magenta	Sí	No	Sí	41	69	— 41	59
Rojo	Sí	No	No	30	70	— 30	— 30
Azul	No	No	Sí	11	— 11	— 11	89
Negro	No	No	No	0	0	0	0

SEÑALES QUE SE TRANSMITEN EN UNA EMISION EN COLOR

Aunque sean cuatro las señales que deben aplicarse al tubo de color, no es necesario transmitirlas todas, pues como se ha visto la luminancia está formada por:

Luminancia Y = 0,59 de verde + 0,3 de rojo + + 0,11 de azul. Restando en ambos términos de la igualdad la luminancia Y, queda:

$$0 = 0{,}59\ (V\text{-}Y) + 0{,}3\ (R\text{-}Y) + 0{,}11\ (A\text{-}Y)$$

Si queremos quedarnos sólo con (V-Y) en un sistema tendremos que:

$$(V\text{-}Y) = -\frac{0{,}3\,(R\text{-}Y)}{0{,}59} - \frac{0{,}11\,(A\text{-}Y)}{0{,}59} =$$
$$= -0{,}51\,(R\text{-}Y) - 0{,}19\,(A\text{-}Y),$$

y según indica esta ecuación para obtener la señal (V-Y) es necesario sumar —0,51 de (R-Y) y —0,11 (A-Y), o sea, transmitiendo sólo (R-Y) y (A-Y) en el televisor podemos reconstruir la tercera señal diferencia de colc · (V-Y), porque siempre están en la misma proporción de la ecuación.

$$(V\text{-}Y) = -0{,}51\,(R\text{-}Y) - 0{,}19\,(A\text{-}Y).$$

Se eligen (R-Y) y (A-Y) porque son las dos señales de mayor tensión en rejilla (fig. 17). Así, con parte de éstas se obtiene la (V-Y); el proceso de esta obtención se llama *MATRIZADO*. En la figura 18 se muestra cómo pueden obtenerse las tres señales a partir de las dos que se transmiten.

En todos los sistemas de televisión en color se transmite la luminancia (Y) y la crominancia, formada, por tanto, por las respectivas tensiones (R-Y) y (A-Y).

Lo que los diferencia es la forma de codificar y transmitir estas informaciones.

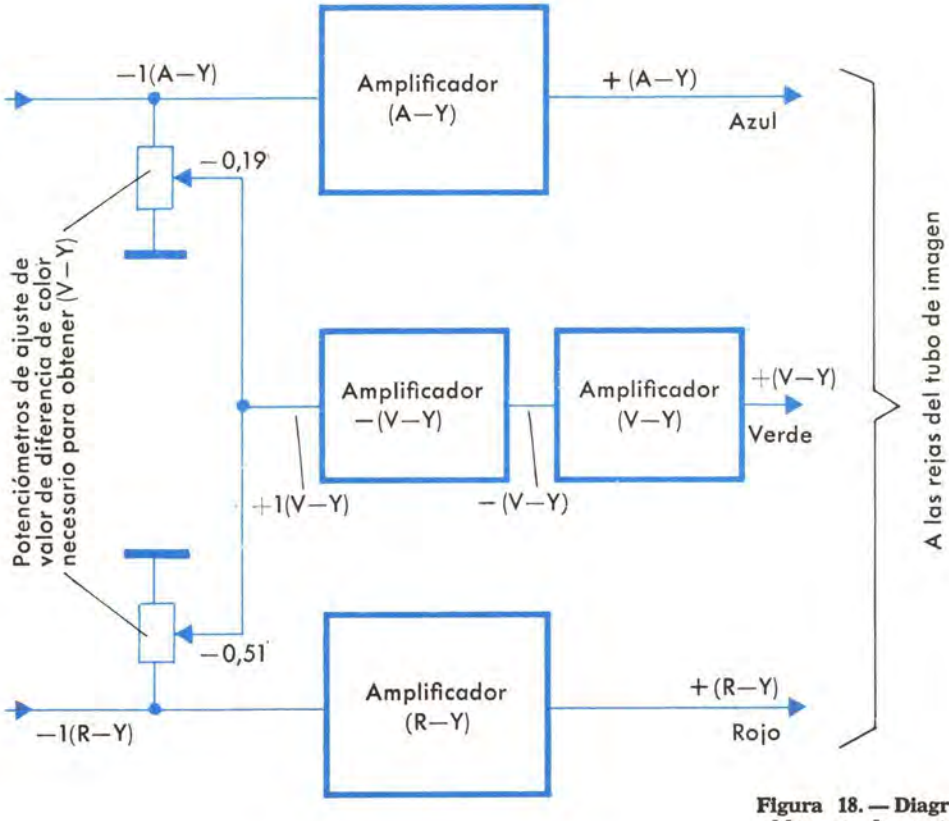


Figura 18. — Diagrama de bloques de matrizado.

Obtención de los videos para la transmisión en color

La figura 19 muestra cómo se obtiene la luminancia (Y) y las *señales de diferencia de color (R-Y) y (A-Y).*

La cámara de color consta de tres tubos vidicones, que enfocan la imagen, y dotados de un filtro cada uno que sólo deja pasar en cada caso los componentes de color rojo, verde o azul de la imagen según el tubo. Exteriormente, las cámaras de color tienen un aspecto muy parecido a las de blanco y negro.

En el ejemplo de la figura, la imagen es el color *blanco C;* por tanto, las salidas de los tres tubos vidicones de la cámara deben dar la misma tensión, la cual se reduce con sendos potenciómetros a las fracciones necesarias para que la suma corresponda a la luminancia del blanco C.

Invirtiendo esta señal y sumándole las salidas

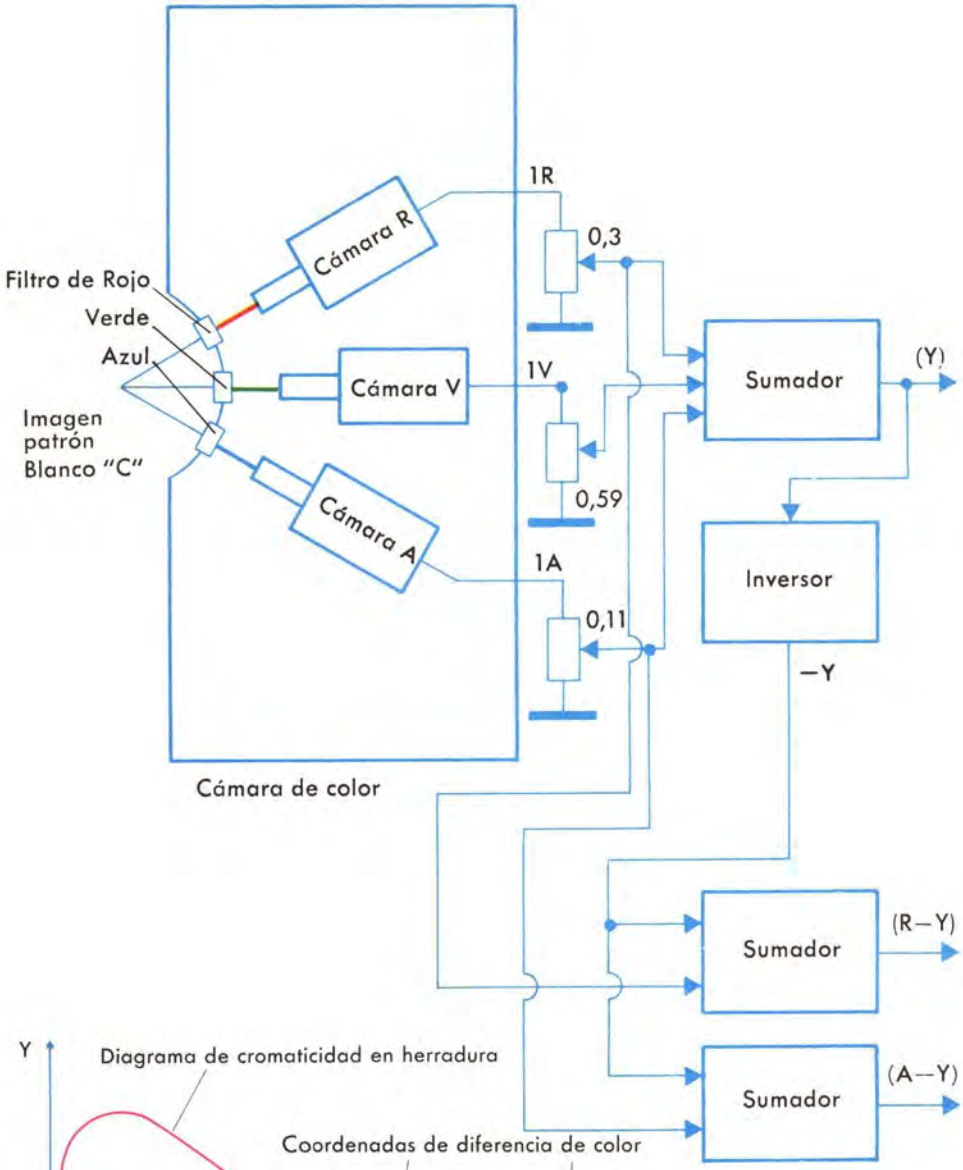
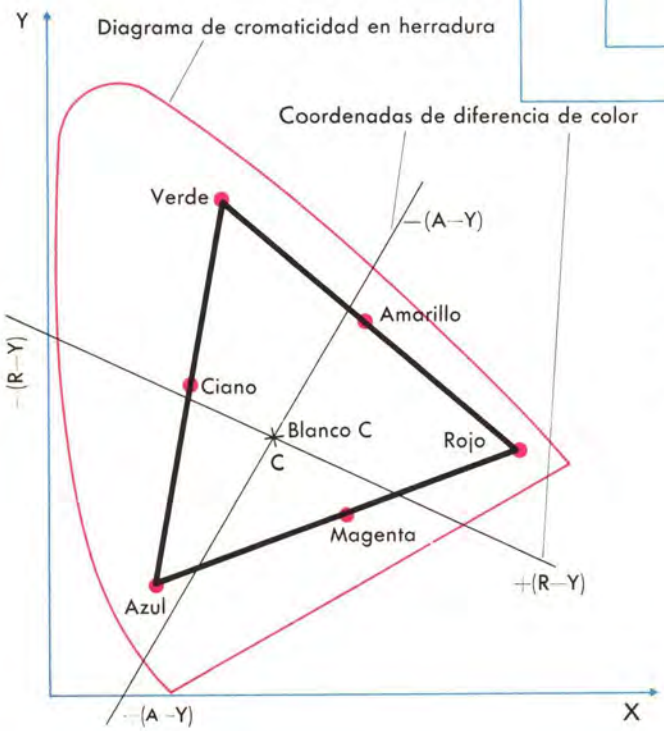


Figura 19. — Formación de las videos de color.



directas de rojo y azul se obtienen las dos componentes diferencia de color (R-Y) y (A-Y). Recuérdese que la tercera señal diferencia de color que hace falta para aplicar al tubo de reproducción no es necesario transmitirla, ya que puede obtenerse a partir de (R-Y) y (A-Y).

Coordenadas (R-Y) y (A-Y) de crominancia

Como queda indicado anteriormente, la información de la cromaticidad de las imágenes se

Figura 20. — Ejes (R-Y) y (A-Y) en la herradura del diagrama del CII.

transmite por medio de las señales (R-Y) y (A-Y) de acuerdo con el diagrama de cromaticidad del C.I.I. (Comisión Internacional de Iluminación) o diagrama de colores a herraduras. Las dos señales de diferencia de color se representan en dos nuevas coordenadas en base a las cuales se puede medir o reconstruir cualquier color (figura 20). Nótese que cuando las cantidades de estas coordenadas (R-Y) y (A-Y) son nulas, no habrá color y la imagen sólo tendrá señal de luminancia de color blanco C.

Con los ejes cartesianos originales de esta herradura —ejes XY— es fácil determinar cualquier color, pero con los nuevos ejes la determinación de un color es muy complicada porque no están a 90°. Por ello, como en TV solamente tenemos los colores referidos a estos ejes, se utilizará para mayor facilidad el gráfico de la figura 20 en la cual (R-Y) y (A-Y) son ejes cartesianos (perpendiculares entre sí) de origen O.

Conocidos y recordando los principios fundamentales de la televisión en color podemos analizar cómo se *codifican* y transmiten estas señales en los distintos sistemas de TVC, empezando por el sistema norteamericano NTSC, por ser el básico de los dos sistemas europeos SECAM y PAL, este último adoptado concretamente en España.

Datos del color en coordenadas polares

Anteriormente habíamos dicho que de una imagen en color se transmite simultáneamente su *luminancia* (cantidad de luz que emite la imagen) y la *crominancia* (tinte del color y saturación del mismo), y hemos visto que la crominancia consta de dos señales (R-Y) y (A-Y).

Veamos en la figura 21 que el azul, por ejemplo, está formado por *— 0,11 de (R-Y) y + 0,89 de (A-Y);* pero podríamos determinar el mismo azul dando los datos polares del mismo, que son distancia (F) de ese punto hasta el centro y el ángulo que forma esa recta con un eje.

El vector (F) es la hipotenusa de un triángulo rectángulo, cuyos catetos son las cantidades (R-Y) y (A-Y), de donde podemos deducir el valor de F.

$$F = \sqrt{(R\text{-}Y)^2 + (A\text{-}Y)^2}$$

y α, el ángulo que forma con el eje de + (A-Y)

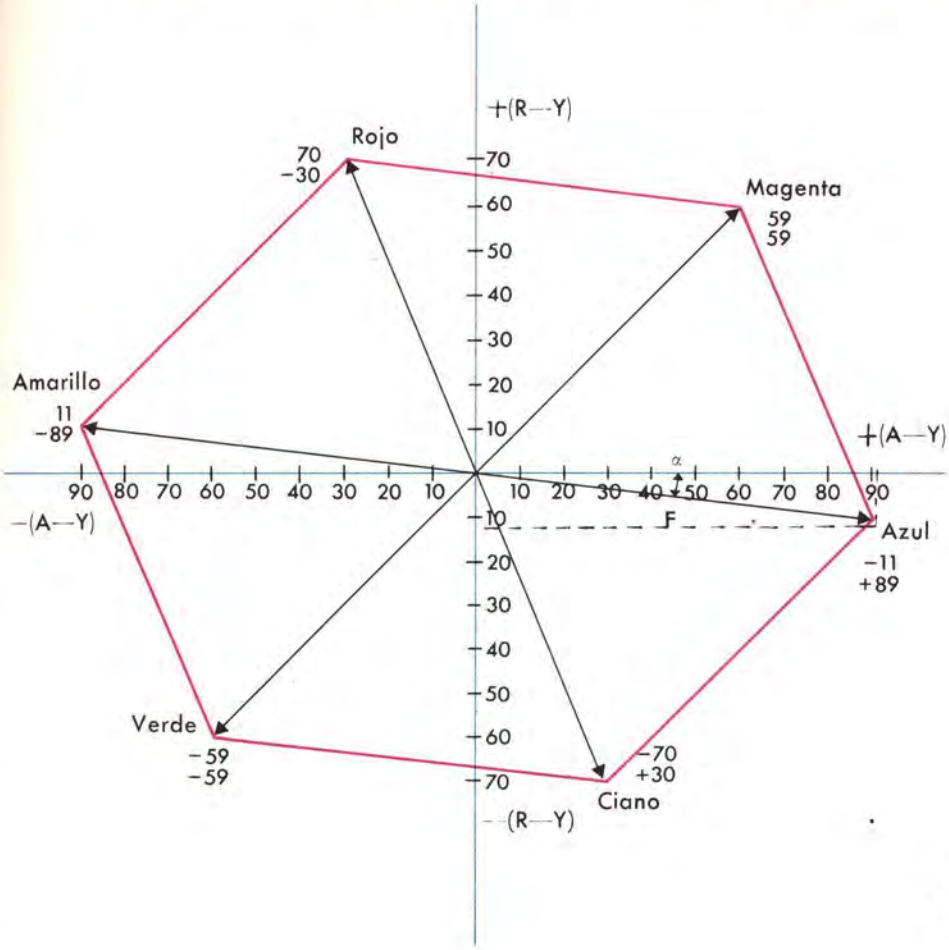


Figura 21. — Diagrama de cromaticidad de ejes (R-Y) y (A-Y).

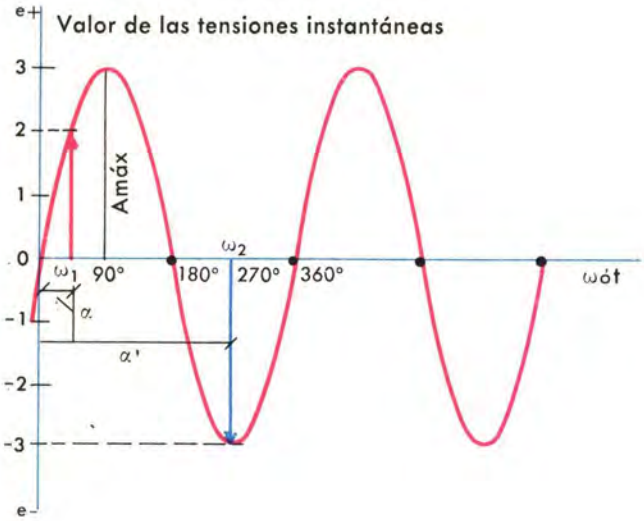


Figura 22. — Tensión senoidal en función del tiempo o pulsación (ω).

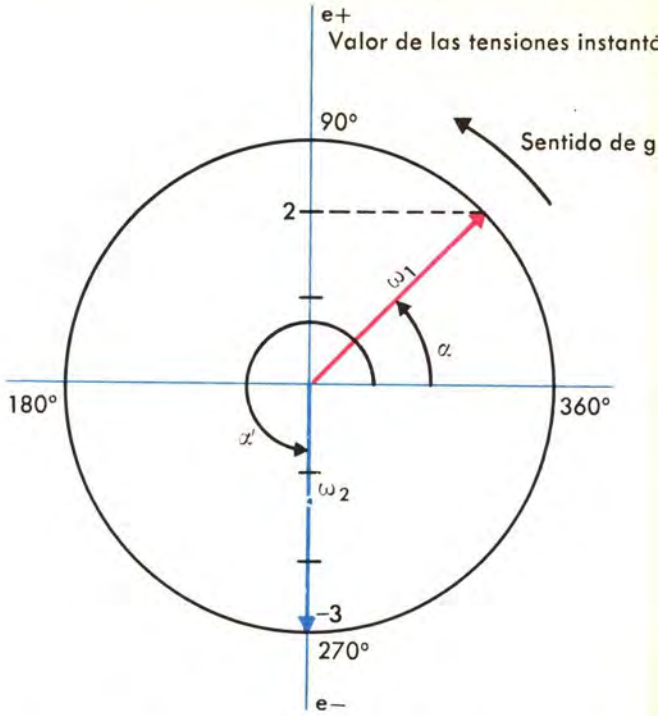


Figura 23. — Diagrama vectorial de la tensión de la figura 22 en los tiempos ω_1 y ω_2.

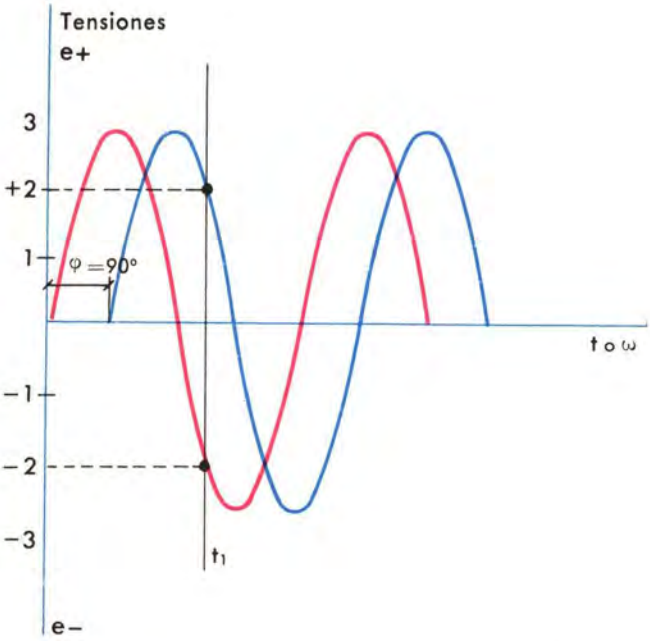


Figura 24. — Dos tensiones senoidales en función del tiempo, en el instante t_1; amplitudes + 2 y — 2.

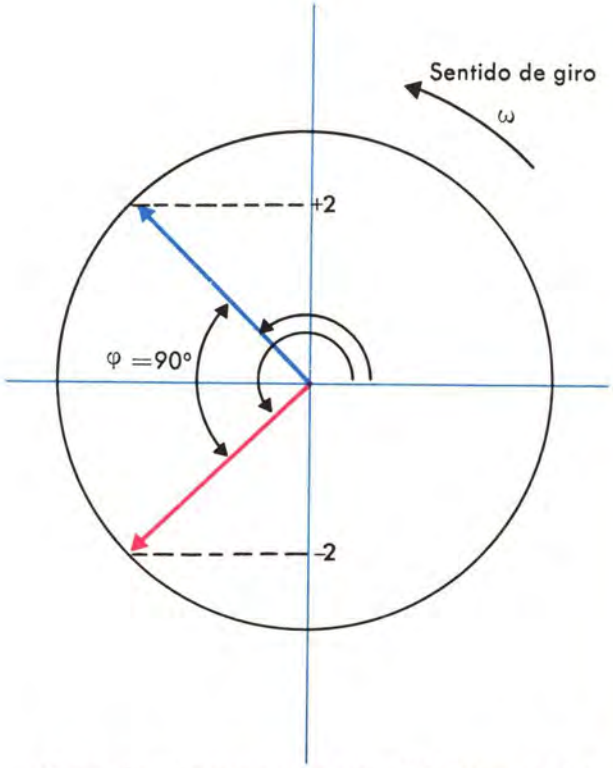


Figura 25. — Diagrama vectorial de la figura 24 en el instante t.

Diagrama vectorial de tensiones senoidales

Expresar una tensión en función del tiempo o de la pulsación consiste en representar en un diagrama de coordenadas cartesianas la tensión en las ordenadas y el tiempo o la pulsación ($\omega = 2\pi f$ dado en radianes segundo) en abscisas. En la figura 22 se representa una tensión alterna senoidal en función de su pulsación; pero cualquier tensión alterna senoidal con períodos de repetición idénticos puede también representarse con los «diagramas vectoriales», que consisten en ejes cartesianos, en los cuales un vector, de valor igual a la tensión máxima de la alterna senoidal y con origen en el cero de los ejes, gira a una velocidad ω, recorriendo los 360° de la circunferencia en el tiempo que dará un ciclo de la alterna. Si dividimos este período en cuatro partes, éstas serán equivalentes a 90° cada una en el diagrama vectorial (fig. 23).

Un ejemplo ayudará a comprender mejor la utilización de los diagramas vectoriales. Comparando las figuras 22 y 23, tenemos que el valor instantáneo de la tensión alterna en un vector (rojo) es de dos divisiones (fig. 22) y ha transcurrido α desde el origen; esto mismo se puede deducir de la figura 23, en la cual los valores instantáneos vienen dados por la proyección del vector, que gira sobre las ordenadas, siendos dos divisiones la proyección del vector rojo, y ha transcurrido α del período; en el instante ω_2 (vector azul) la amplitud instantánea es en ambos casos — *Amax y* α' tres cuartas partes de todo el ciclo, 270 grados.

Cuando existen dos tensiones de la misma frecuencia (períodos iguales) pero desfasados (figura 24), en el diagrama vectorial se representa este desfase por el ángulo que forman los dos vectores, figura 25. La tensión senoidal dibujada en azul se inicia 90° después que la roja; por tanto, en cualquier punto irá retrasada 90°. Véase por ejemplo en el instante t_1 en la figura 24.

CODIFICACION COMPLETA DE VIDEO-COLOR SISTEMA NTSC

La información de cromaticidad dada por (R-Y) y (A-Y) se transmite con una sola tensión senoidal, por medio de la subportadora de 4,43 MHz la cual *varía de fase según el tinte del color* y es identificada por otra tensión de subportadora, cuya fase es siempre constante (tensión de referencia), con lo cual se sabe cuál es el ángulo de desfase.

A la subportadora que durante cada línea tiene la misma posición y sirve como *referencia*, se la denomina *SALVA*.

La figura 26 es equivalente a la 21, pero los colores no están dados en sus componentes de (R-Y) y (A-Y), sino referidos al ángulo de fase con relación a la salva y el valor de amplitud dado por la magnitud del vector.

Los valores de amplitud y ángulo de fase en las barras de color normalizadas son:

La salva se sitúa en el pedestal posterior del impulso de sincronismo de cada línea con una amplitud de 41; consta de unos 14 ciclos de la subportadora y constituye la fase de referencia para sincronizar el oscilador de 4,43 MHz en fase con —(A-Y), que es la posición en que se transmite la salva.

La figura 27 muestra el oscilograma de la subportadora modulada durante una línea y es lo que se llama *señal de crominancia completa*, que equivale a la información $\sqrt{(R\text{-}Y)^2 + (A\text{-}Y)^2}$ y la

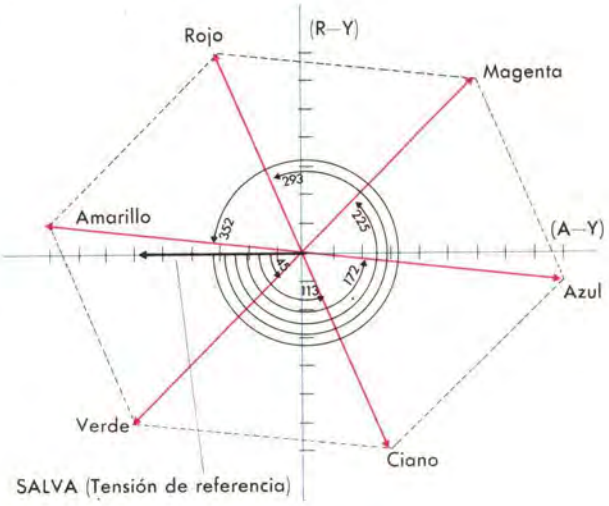


Figura 26. — Diagrama vectorial de las barras de colores normalizados (figura 21).

salva. En la crominancia, *la fase respecto a la salva de la subportadora en cada barra depende del TINTE del color* (ejemplo: verde 45°, ciano 113°...), y la *amplitud depende de la SATURACION* (ejemplo: rojo puro, amplitud 76,7; si la amplitud fue-

ra menor sería un rosa, que es el rojo *no saturado*).

Como ya dijimos inicialmente, en una emisión de color se transmiten simultáneamente la información de luminancia y la de crominancia; por tanto, el video completo de una línea de las barras de color normalizado es la luminancia de estas barras (fig. 16) más la crominancia (fig. 27), obteniéndose una señal como la indicada en la figura 28.

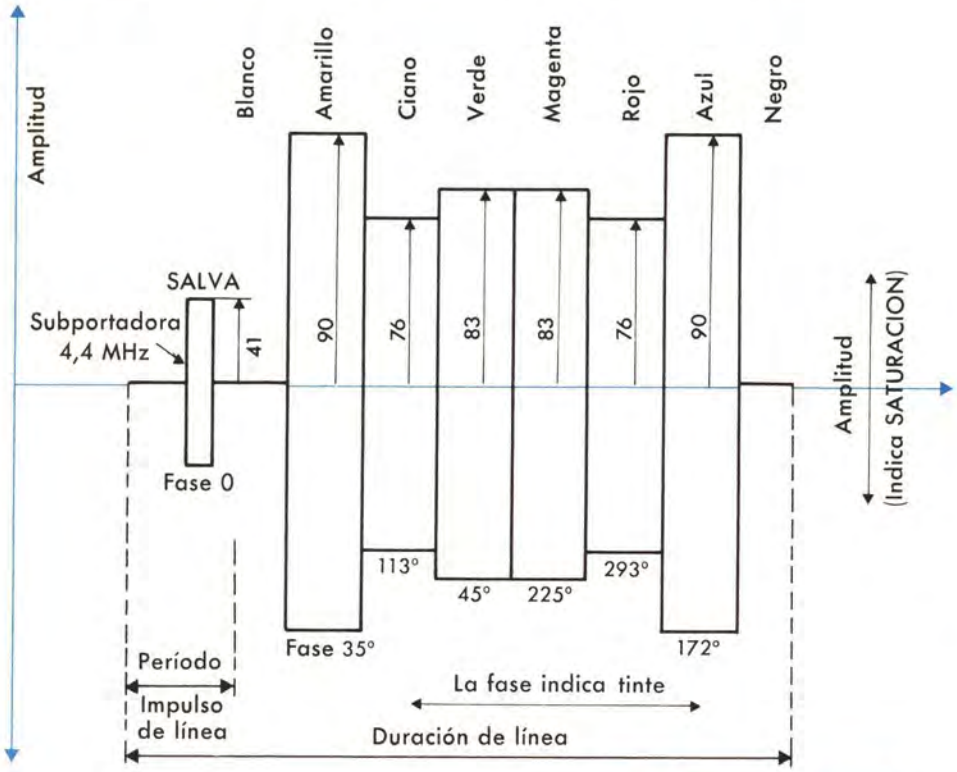


Figura 27. — Señal completa de crominancia (24).

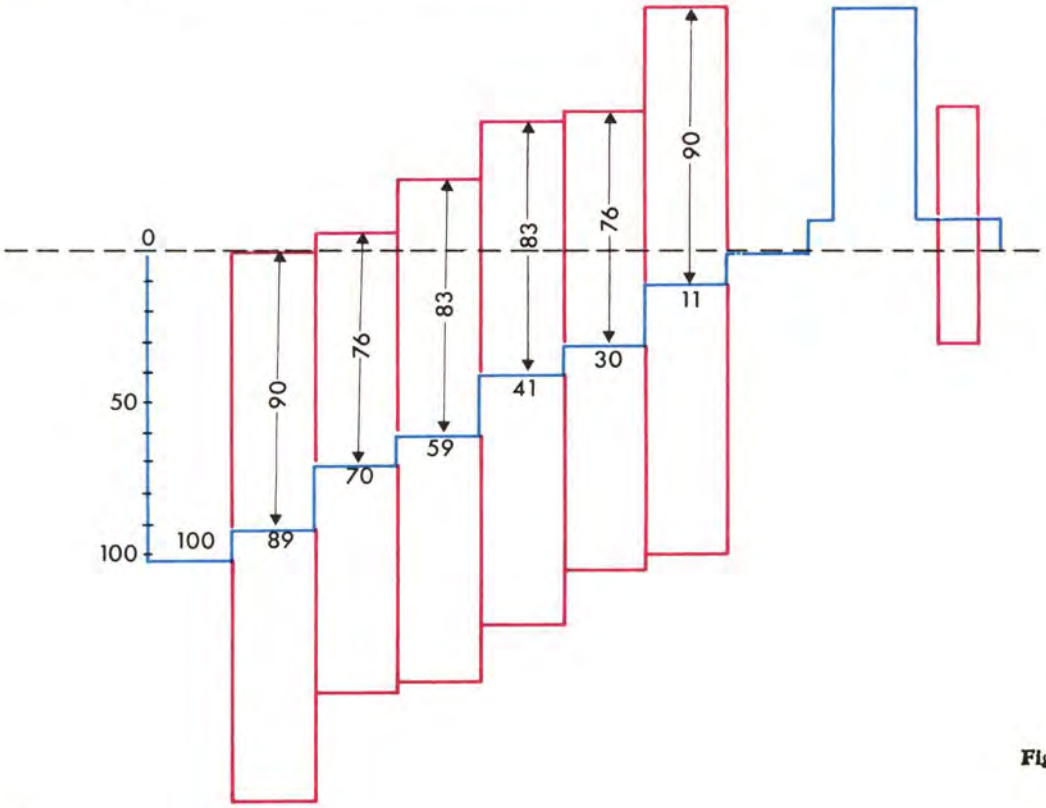


Figura 28. — Video completa de color.

El transmisor de color
Diagrama de bloques

Ya sabemos cómo se obtiene la luminancia (Y) y las señales diferencia de color (R-Y) (A-Y) de una imagen.

Como puede verse la subportadora se obtiene de un oscilador de 4,43 MHz (este oscilador debe estar muy bien estabilizado), del cual se extraerán directamente los 14 ciclos que formarán la salva que se transmite durante el pedestal posterior del impulso de sincronismo de línea, y servirá para sincronizar el oscilador de subportadora del receptor a esta frecuencia, así como en fase; luego se invierte la polaridad de esta oscilación para que al ser modulada en amplitud por (A-Y), obtengamos la crominancia (A-Y) en 4,43 MHz; en el modulador (R-Y) la subportadora se ha retrasado 90° y así formará la crominancia (R-Y) también a 4,43 MHz; sumadas ambas darán una sola señal de crominancia a 4,43 MHz, cuya amplitud es $F = \sqrt{(R\text{-}Y)^2 + (A\text{-}Y)^2}$ y la fase respecto a la salva dependerá del color de que se trate.

Pero este video de color completo tiene mucha crominancia en relación con la luminancia; por esto, antes de ser modulada en RF y transmitida se reduce la (R-Y) a $\frac{(R\text{-}Y)}{1{,}14}$ y la (A-Y) a $\frac{(A\text{-}Y)}{2{,}03}$, obteniéndose la señal de crominancia.

Color	Tensiones diferencia de color		Suma vectorial
	$\frac{(R\text{-}Y)}{1{,}14}$	$\frac{(A\text{-}Y)}{2{,}03}$	$F = \sqrt{\frac{(R\text{-}Y)^2}{1{,}14} + \frac{(A\text{-}Y)^2}{1{,}14}}$
Blanco	0	0	0
Amarillo	10	- 44	45
Ciano	- 62	15	63
Verde	- 52	- 29	59
Rojo Magenta	52	29	59
Azul Rojo	62	15	63
Negro Azul	- 10	44	45
Negro	0	0	0

Estas reducciones se restituyen en el receptor cuando la señal de crominancia se ha separado en (R-Y) y (A-Y) al amplificarse la (A-Y), $\frac{2{,}03}{1{,}14} =$ = 1,78 veces más que la (R-Y).

Ejemplo (fig. 31)

Si la imagen a codificar y transmitir es una superficie completamente roja, las señales en el transmisor en la cámara del tomavistas, los tubos vidicones de los colores verde y azul no tendrán salida mientras que los del rojo darán la máxima; por ejemplo, 100 voltios.

La calidad de luminancia es de 30 V y las dos señales diferencia de color serán, sumada (R-Y) = = 100 — 30 = 70 V y sumada (A-Y) = 0 — 30 = = — 30 V. Véase que en el diagrama de cromaticidad de coordenadas cartesianas (R-Y) y (A-Y) de la figura 21, estas cantidades son las adecuadas para formar el rojo. A continuación, con estos valores se modulan en amplitud dos subportadoras de 4,43 MHz desfasadas 90° una de la otra, para formar las señales (R-Y) y (A-Y) sobre la subportadora obteniéndose:

— Salida del modulador de (R-Y)
  Senoide de frecuencia 4,43 MHz y fase (R-Y). La amplitud de esta subportadora es de 70 V.
— Salida del modulador (A-Y)
  Senoide de frecuencia 4,43 MHz y fase (A-Y);

la amplitud es de —30 V, lo cual quiere decir que en la salida del modulador la subportadora tiene la fase —(A-Y) y amplitud 30 V.

Estas dos senoides se suman y se obtiene una sola señal, cuya fase viene dada por las componentes de las dos salidas de los moduladores. En este ejemplo la amplitud será: $F = \sqrt{(R\text{-}Y)^2 + (A\text{-}Y)^2} = \sqrt{(70)^2 + (-30)^2} = 76$ y la fase será 293 grados respecto a la salva [fase —(A-Y)]. Si a esta subportadora, suma de (R-Y) + (A-Y), se le añade la salva se obtiene la crominancia completa; luego, junto con la luminancia y sincronismos se forma la señal completa de video para color, que se modula y transmite por el canal que se establezca.

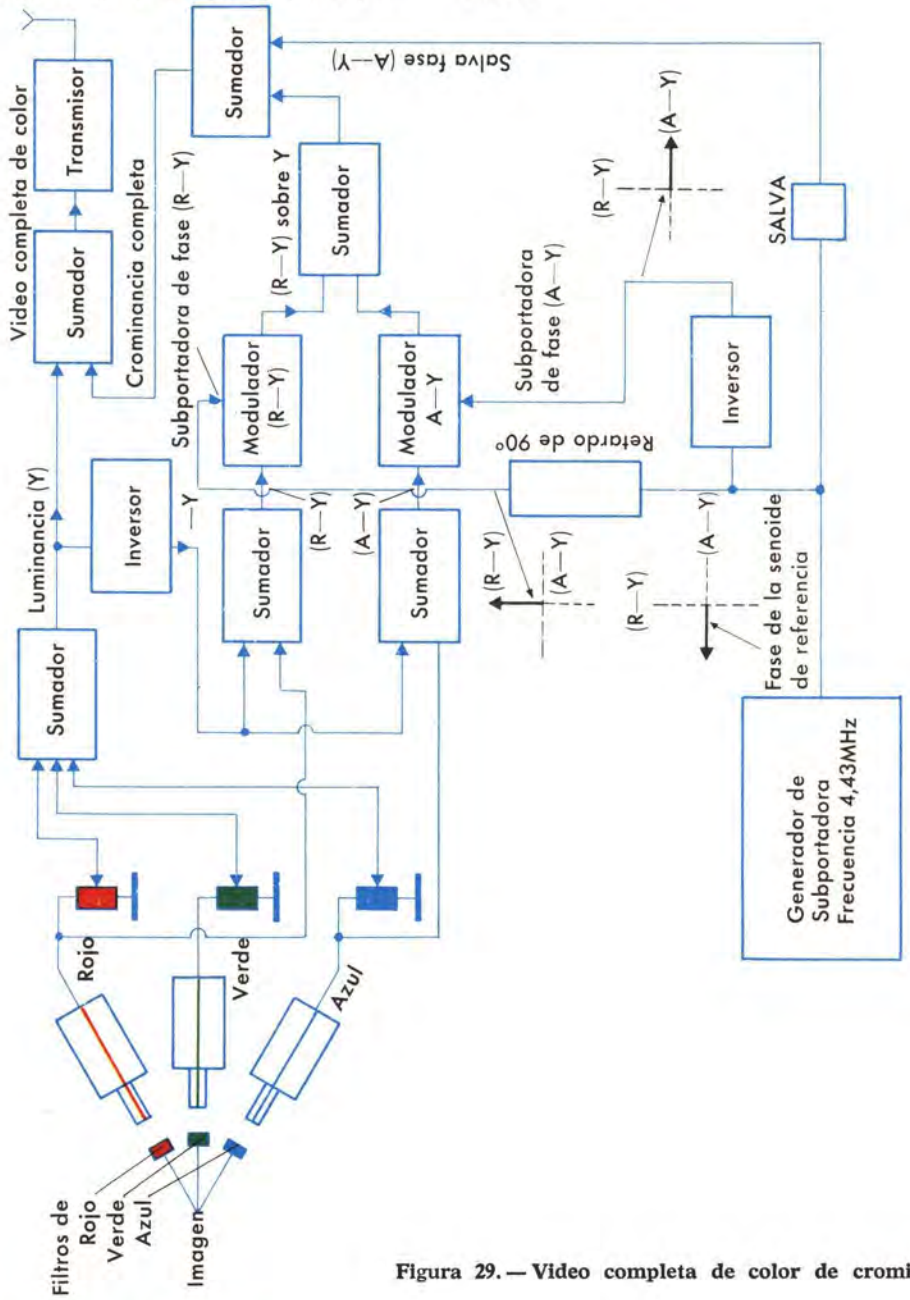


Figura 29. — Video completa de color de crominancia reducida.

EL RECEPTOR DE TVC-NTSC

En la figura 30 se muestra el diagrama de bloques de un receptor de televisión a color en el sistema NTSC.

La antena y el selector sintonizado. Como ya quedó indicado, son idénticamente iguales a las utilizadas en blanco y negro, pues el color se recibe en un solo canal (de UHF o VHF).

La FI. Como ya se indicó, el principio de fun-

cionamiento es también igual a los de blanco y negro con dos o tres amplificadores sintonizados, pero las exigencias son mayores respecto a la banda pasante y forma de la curva. La curva de respuesta de un circuito de FI para TVC debe ser muy plana y permitir el paso de video de hasta 4,8 MHz para que el color (4,43 MHz) sea amplificado sin distorsión; también es controlado por un CAG, que actúa sobre uno o dos pasos.

Detector de luminancia y sonido. Estas etapas son las mismas descritas para el TV en blanco y negro, pero la luminancia (video) amplificada se aplica a los tres cátodos del tubo de imagen de color.

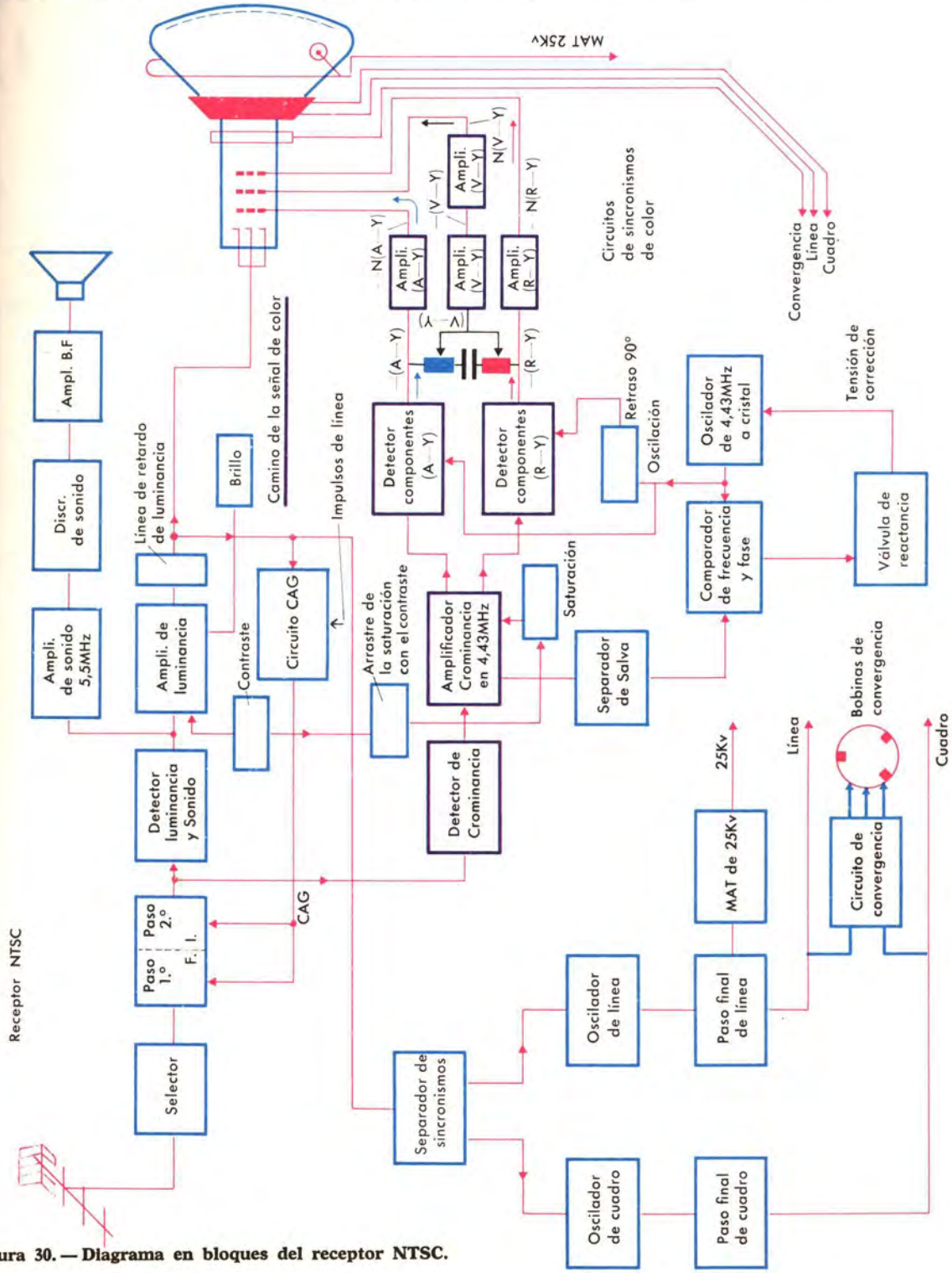


Figura 30. — Diagrama en bloques del receptor NTSC.

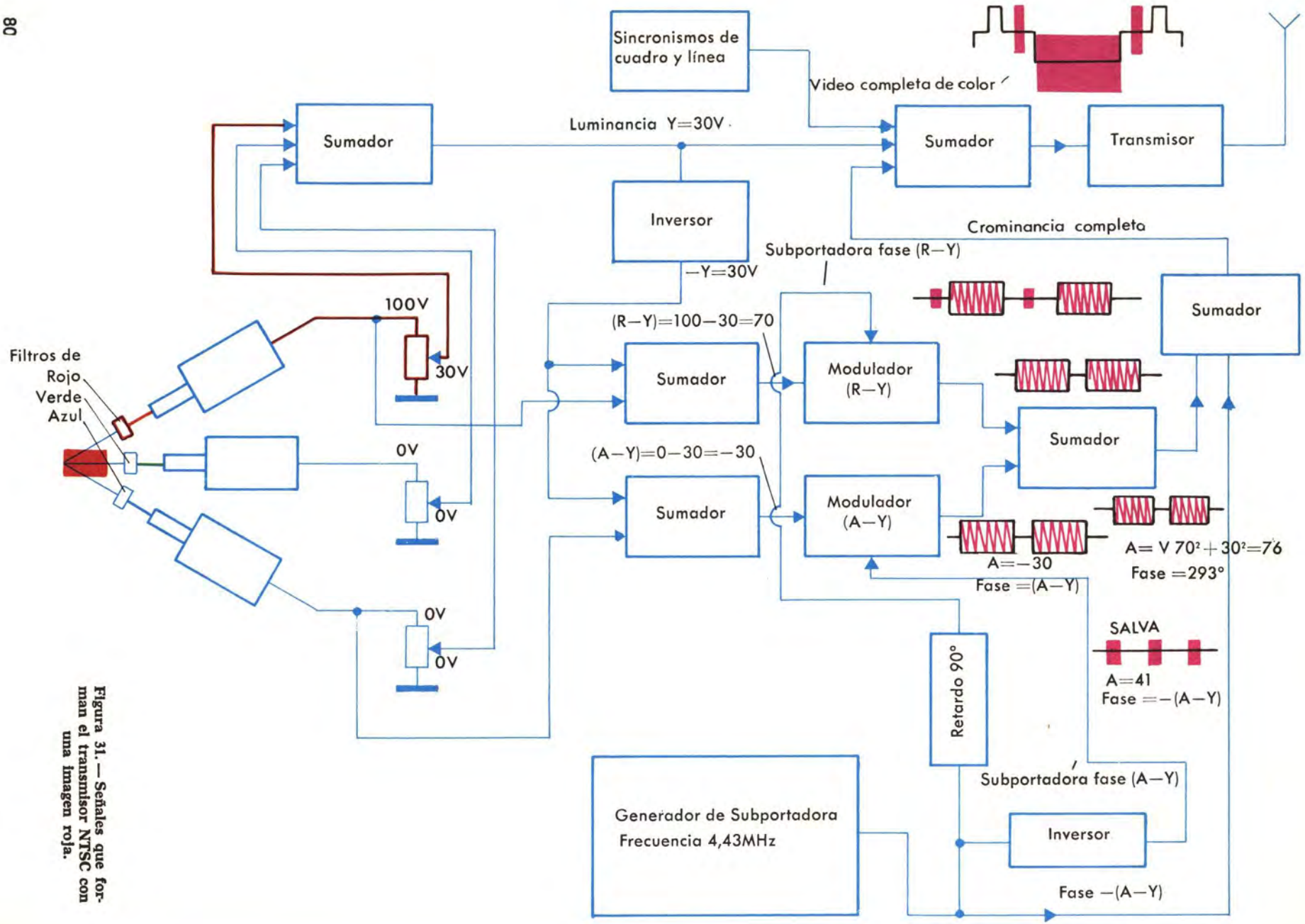
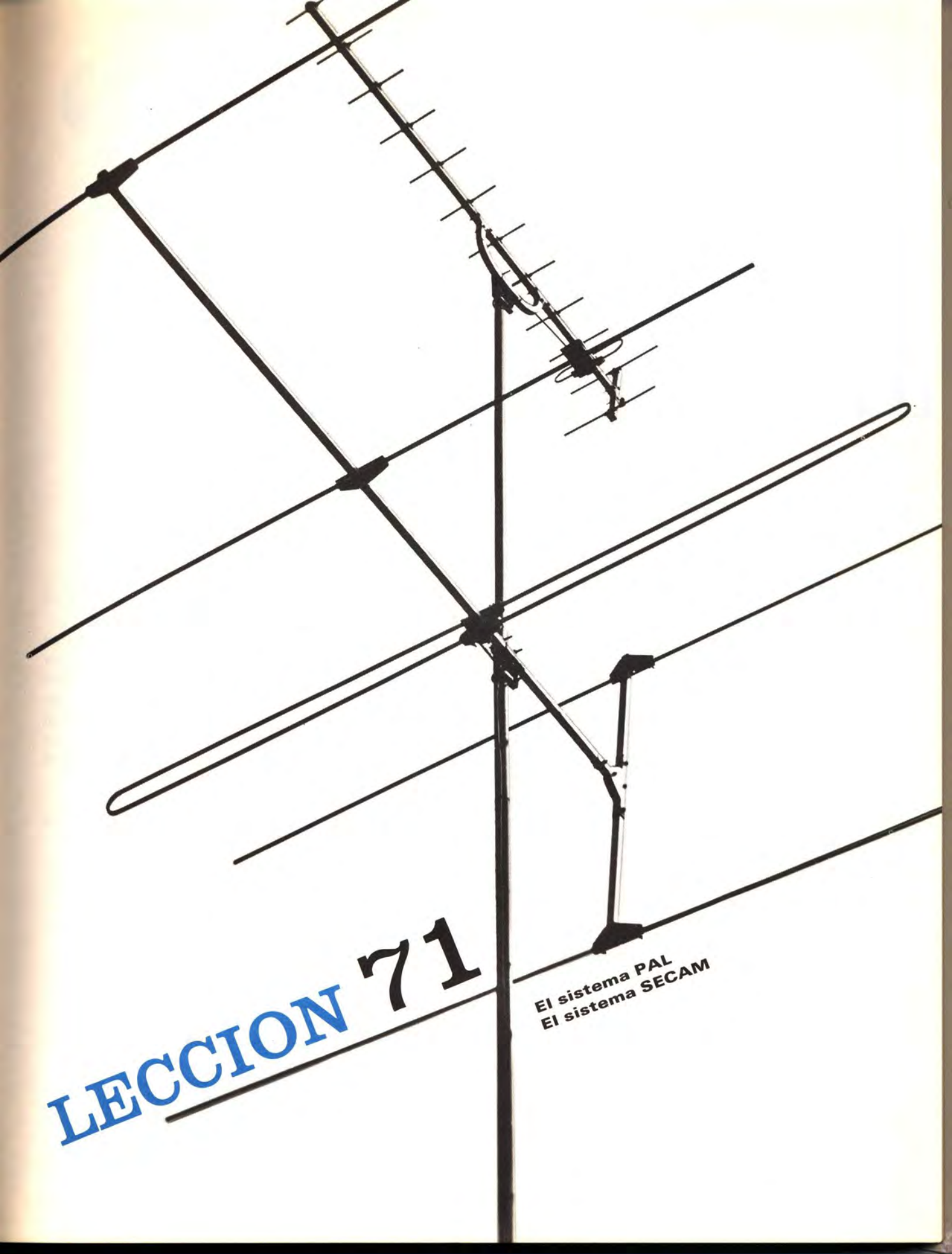


Figura 31.— Señales que forman el transmisor NTSC con una imagen roja.



LECCION 71

El sistema PAL
El sistema SECAM

PRINCIPALES CARACTERISTICAS DEL SISTEMA PAL

EL SISTEMA PAL

Esencialmente, el sistema PAL se basa en el norteamericano NTSC, aunque introduce en él nuevos circuitos y ligeras variaciones respecto a la forma de transmitir la señal, que contrarrestan los defectos de inestabilidad y cambios de color en los receptores, producidos por los defasamientos diferenciales de la crominancia durante la transmisión.

La señal de video NTSC

Recordemos que la señal transmitida en el sistema NTSC consiste en la información de luminancia (Y), más la crominancia de la imagen formada por la SALVA, y la información de la cromaticidad.

La SALVA se transmite en el pedestal posterior del impulso de sincronismo, y sirve para que el oscilador de 4,43 MHz del receptor se sincronice en frecuencia y fase con la subportadora de la emisora; consta de unos 14 ciclos de dicha subportadora, siempre en la misma fase.

La información de cromaticidad se transmite durante el tiempo de exploración visible de la línea, junto con la luminancia, y consiste en la subportadora modulada en «amplitud», según la cantidad de color y «fase» dependiente del tinte. Figura 1.

La señal de video PAL

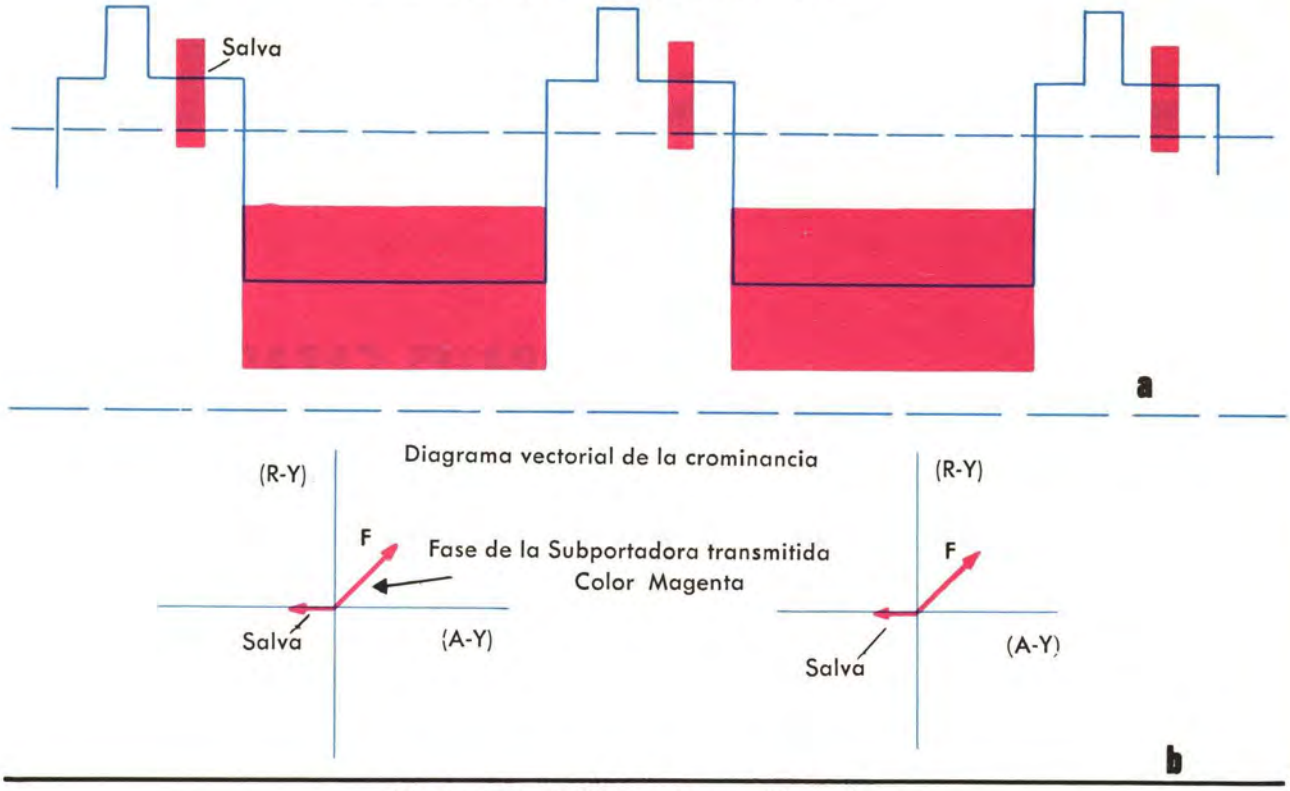
Está formada por la luminancia más la crominancia; esta última, al igual que en el NTSC, es la suma de las componentes diferencias de color (R-Y) y (A-Y), una vez han modulado a sus correspondientes subportadoras 90º, defasadas entre sí. De ese modo se obtiene una sola subportadora cuya amplitud es $F = \sqrt{(R\text{-}Y)^2 + (A\text{-}Y)^2}$ y fase correspondiente al tinte; pero en el sistema PAL SE TRANSMITE LA COMPONENTE (R-Y) CON LA POLARIDAD INVERTIDA EN LAS LÍNEAS PARES. La SALVA no se transmite constantemente en la fase de —(A-Y), sino ± 45º (figura 2), respecto a esta fase.

Formación de las señales de video en el sistema PAL

En la figura 3 puede verse el diagrama de bloques de un transmisor PAL, que prácticamente consta de los mismos que un NTSC, más las modificaciones siguientes:

1) La subportadora que se aplica al modulador (R-Y) invierte su polaridad en cada línea; esto viene gobernado por un multivibrador a frecuencia mitad de la línea.

Oscilogramas de la video de 2 líneas
de una imagen NTSC (de color violeta magenta)



Oscilograma de 3 líneas de una video-color
P A L (Color Magenta)

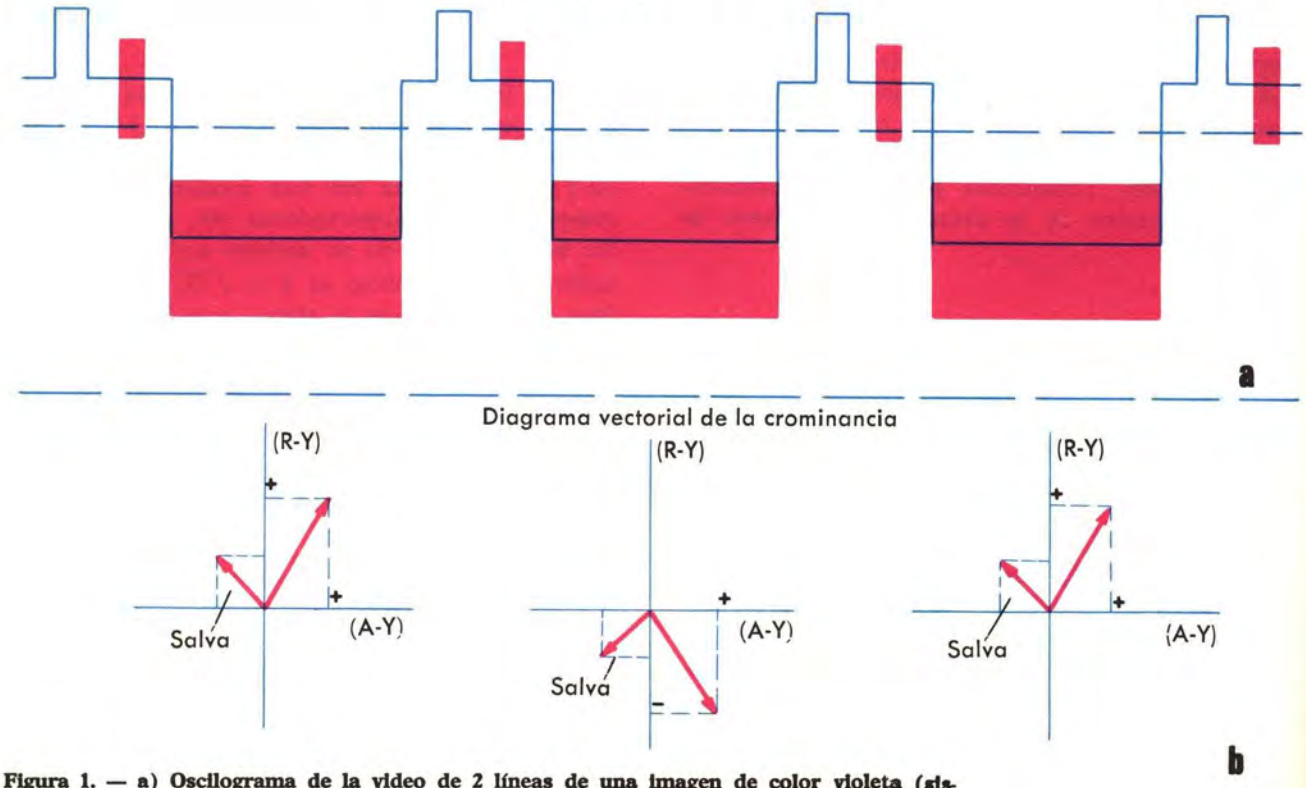


Figura 1. — a) Oscilograma de la video de 2 líneas de una imagen de color violeta (sistema NTSC).
b) Diagrama vectorial de la subportadora de la video del apartado a).

Figura 2. — Oscilograma de la video de 3 líneas color violeta a). Sistema PAL.
b) Diagrama vectorial de la subportadora de la video del apartado a).

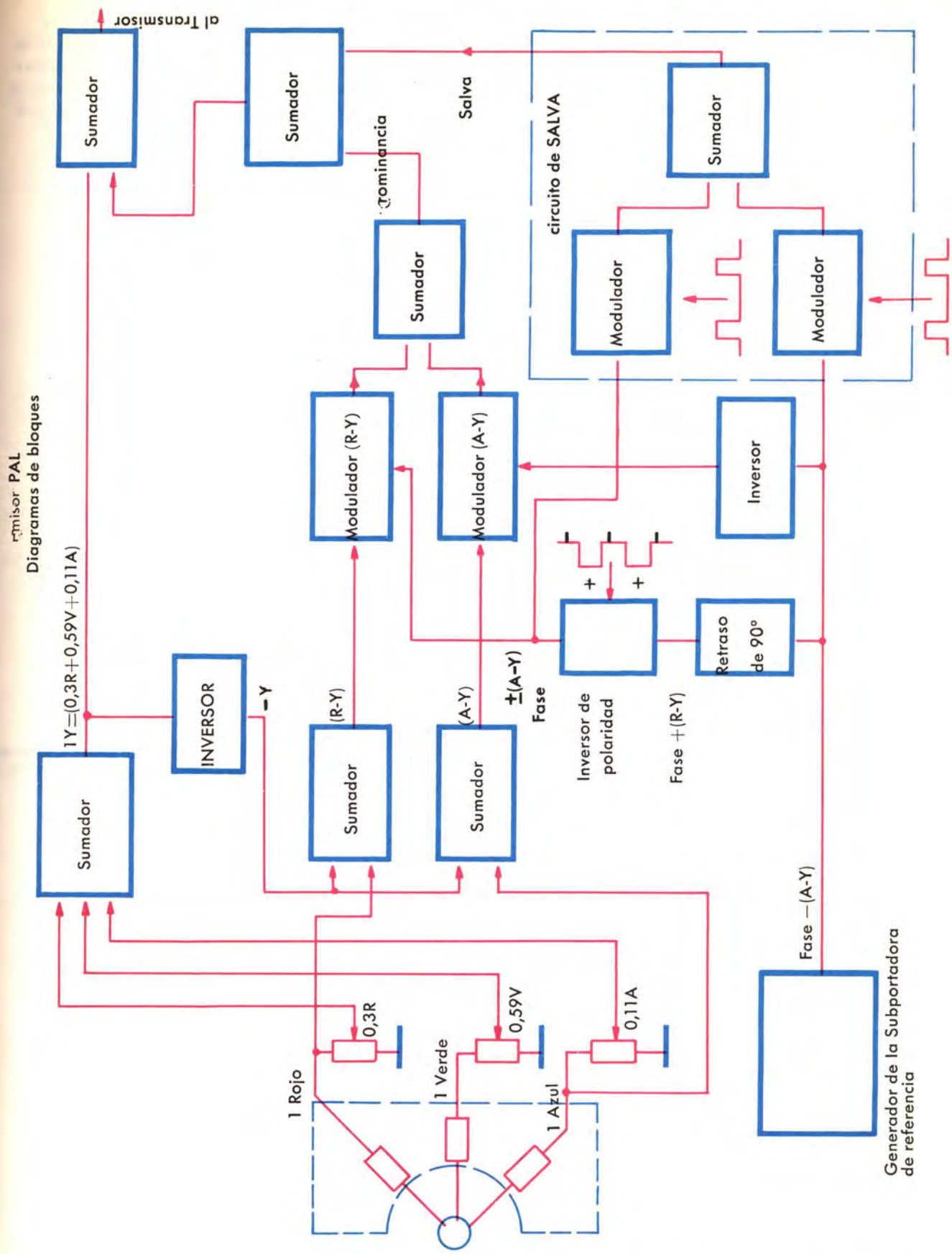
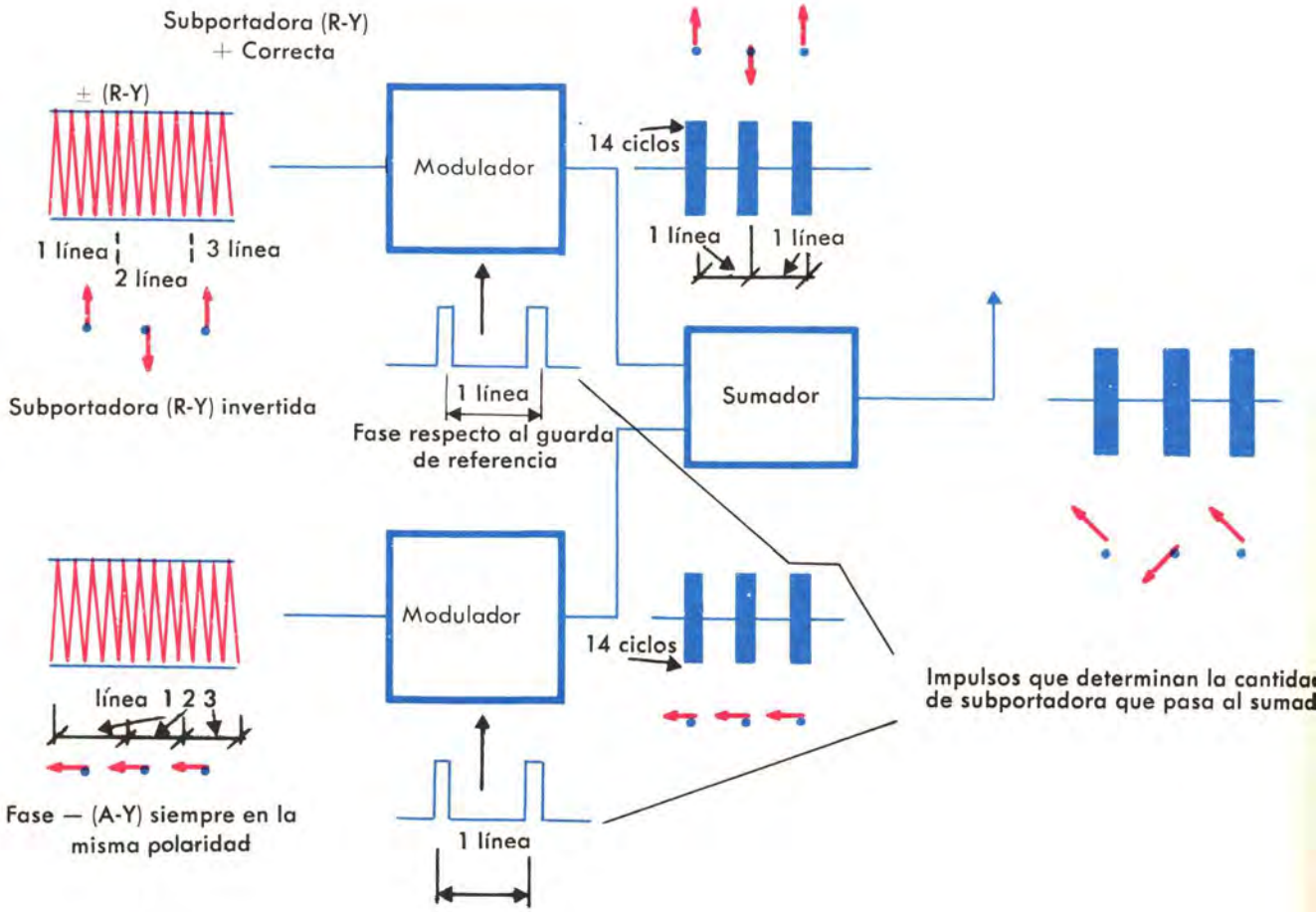


Figura 3. — Diagrama de bloques de un transmisor PAL

Figura 4. — Formación de la SALVA para el sistema PAL.

2) La SALVA no se forma sólo con unos 14 ciclos de —(A-Y), sino que se le suman en la misma amplitud ± (R-Y) durante estos 14 ciclos, y así la SALVA tiene la fase que se indica en la figura 4.



El receptor PAL

La figura 5 muestra el diagrama de bloques del receptor PAL; en él vemos que los circuitos añadidos al receptor NTSC son:

1) El circuito o *línea de retardo de crominancia,* que actúa como separador de los componentes ± (R-Y) y + (A-Y), de la señal de crominancia modulando sobre 4,43 MHz.

2) El circuito «*identificador*» de la línea en que (R-Y) debe ser invertida para restaurarla en la fase correcta.

3) Multivibrador de gobierno de la inversión de (R-Y); consigue por tanto que se invierta la fase al pasar la señal por un amplificador o no según la línea.

El resto del circuito funciona idénticamente como en el sistema NTSC.

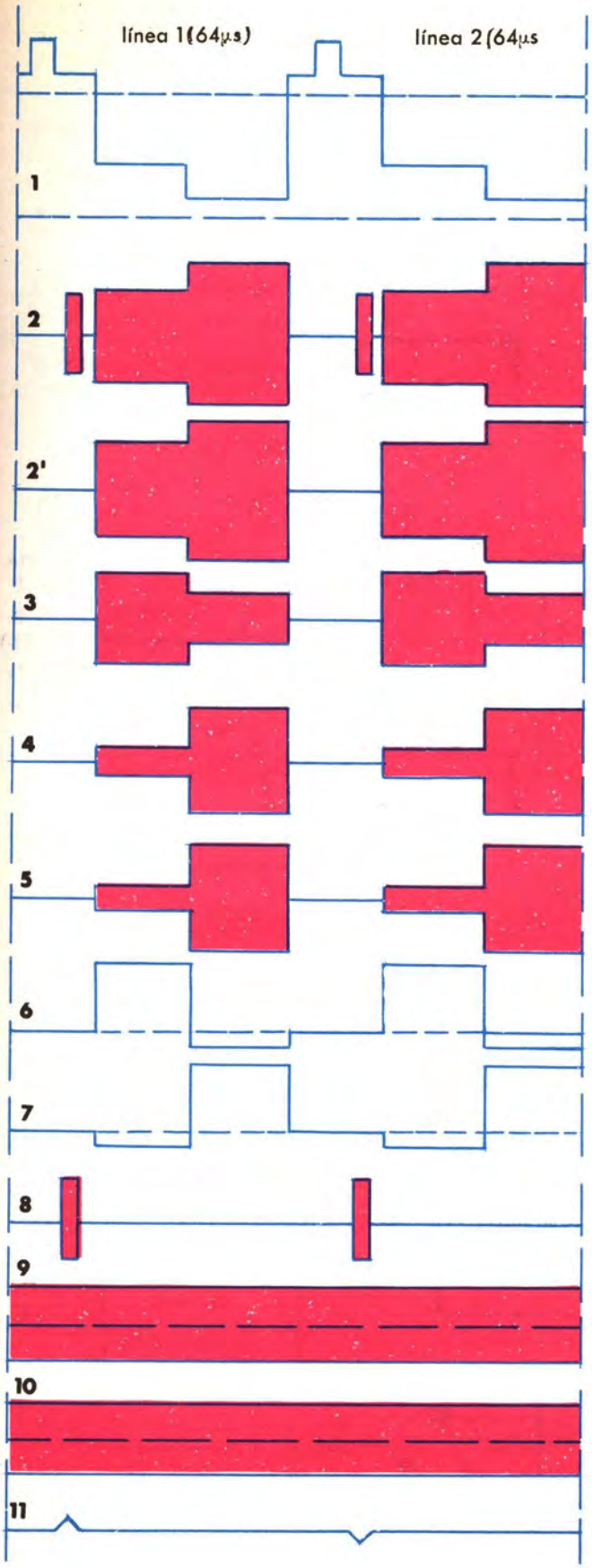


Diagrama vectorial de la Sub-portadora

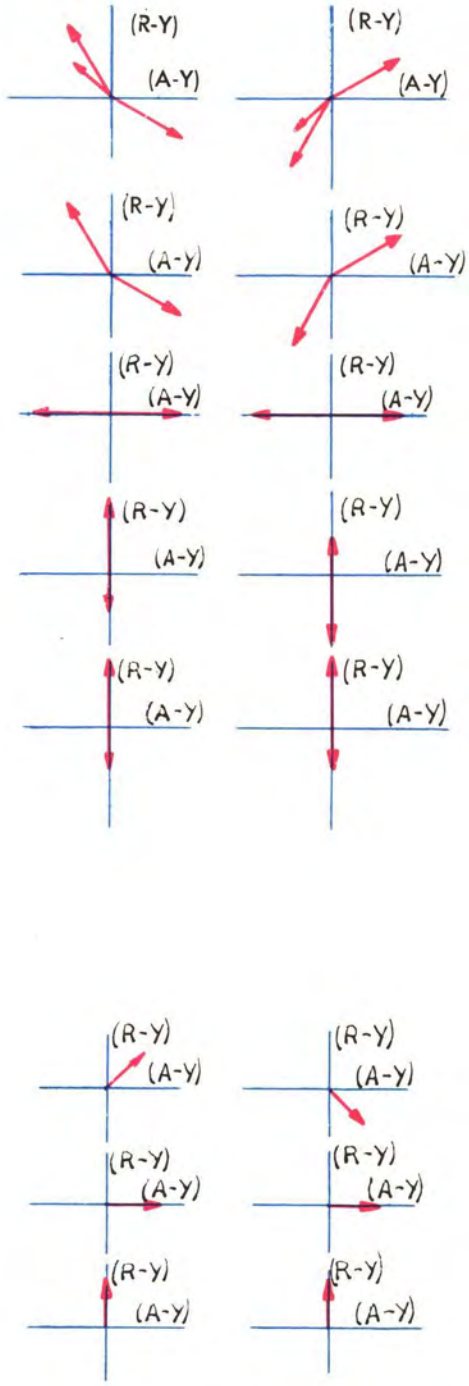


Figura 5. — Oscilogramas en los puntos referidos del diagrama de bloques de un receptor color PAL.

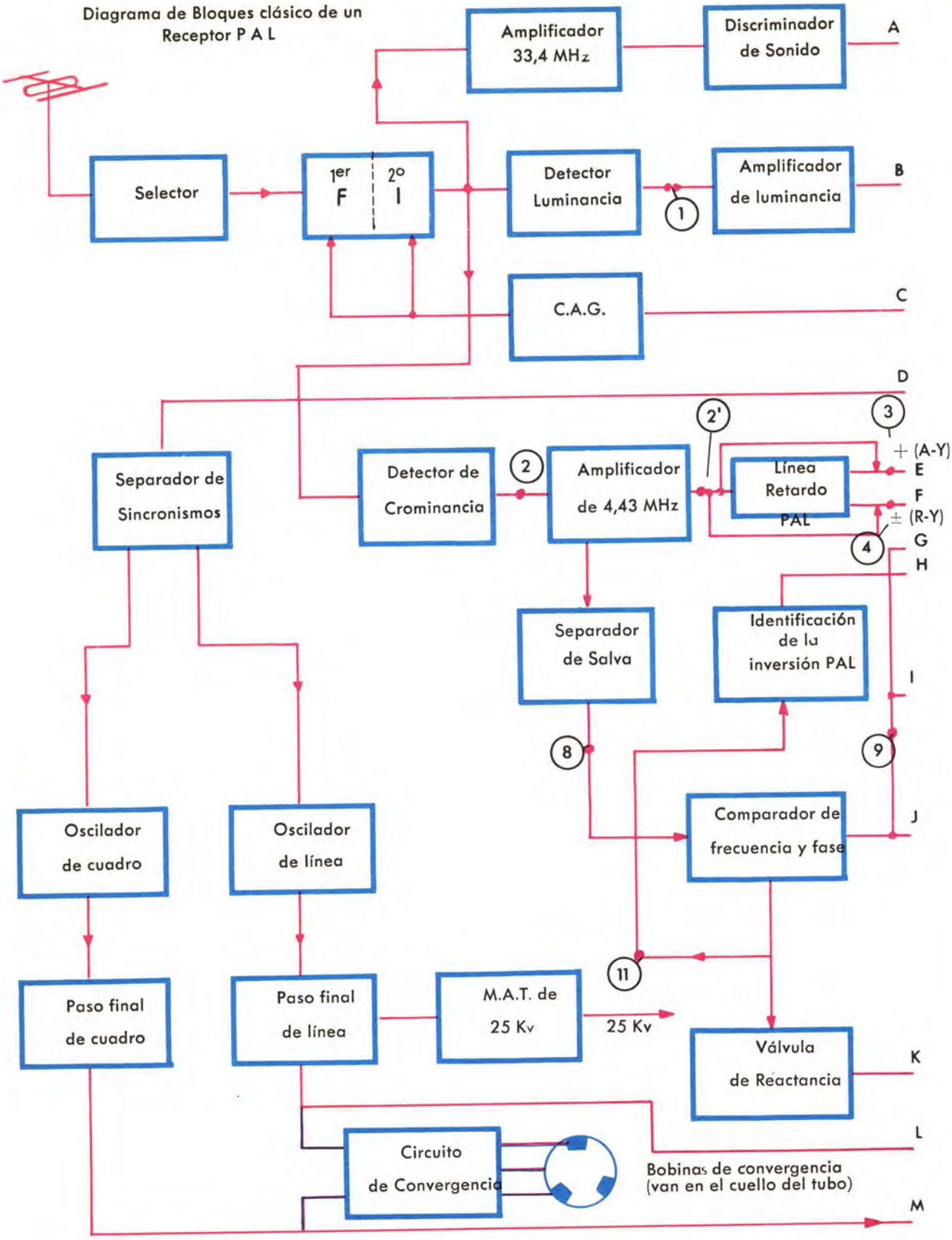
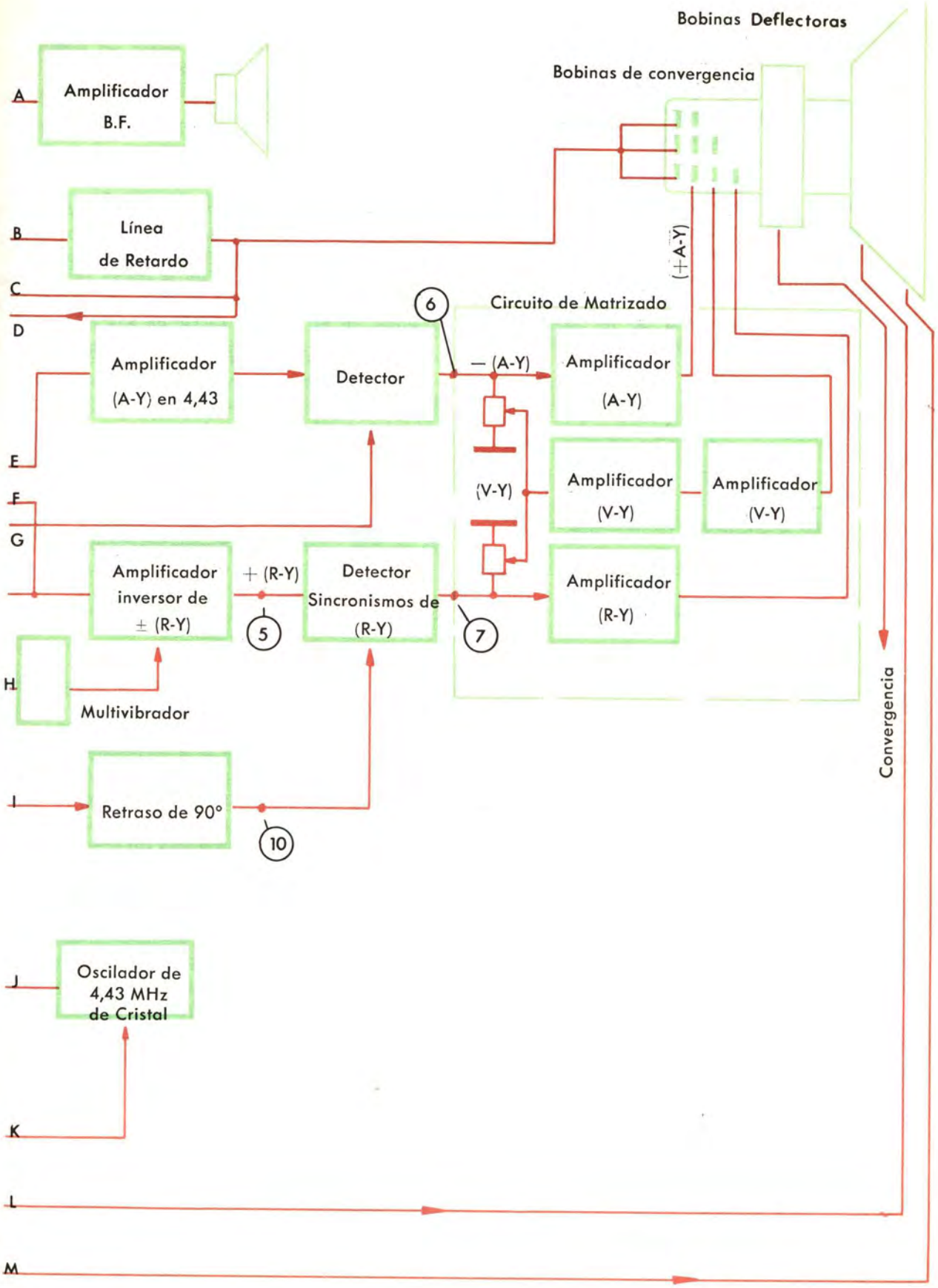


Figura 6. — Proceso de la vídeo-color en el receptor PAL.


Bobinas Deflectoras
Bobinas de convergencia
A
Amplificador B.F.
B
Línea de Retardo
C
D
Amplificador (A-Y) en 4,43
E
F
G
Amplificador inversor de ± (R-Y)
H
Multivibrador
I
Retraso de 90°
J
Oscilador de 4,43 MHz de Cristal
K
L
M
Detector
6
Circuito de Matrizado
— (A-Y)
Amplificador (A-Y)
(+A-Y)
(V-Y)
Amplificador (V-Y)
Amplificador (V-Y)
+ (R-Y)
5
Detector Sincronismos de (R-Y)
7
Amplificador (R-Y)
10
Convergencia

El proceso de separación de los componentes de la video de color completa está indicado en la figura 5. Véase en la figura 6 que al final del amplificador de FI existen tres detectores en paralelo, para detectar solamente el sonido, la luminancia (punto 1) y la crominancia (punto 2) de la señal de video de color. A continuación, la crominancia es amplificada (punto 2) y ya en este paso se extrae la SALVA para sincronizar el oscilador local de 4,43 MHz en la misma fase + (A-Y) de la emisora, por medio del comparador de frecuencia y fase. La línea de retardo de 64 μ segundos actúa como separador de las componentes + (A-Y) y ± (R-Y) de la crominancia y de corrector de defasamientos de la misma (puntos 3 y 4); en el punto 5 la componente (R-Y) ya sólo tiene una polaridad + (R-Y) como el otro canal de (A-Y), gracias al amplificador inversor que sólo actúa en las líneas pares de fase-invertida. En los puntos 6 y 7 han sido detectadas las componentes (R-Y) y (A-Y) que modulaban en amplitud a la subportadora.

Línea de retardo PAL (retardo 64 μ seg.)

La línea de retardo PAL es un nuevo componente, que consiste en un transductor piezoeléctrico en el cual se aplica a la entrada una señal de crominancia y aparece en la salida 64 μ segundos después, lo cual equivale a la duración de una línea, en el sistema CCIR de 625 líneas.

La línea de retardo está formada por un cris-

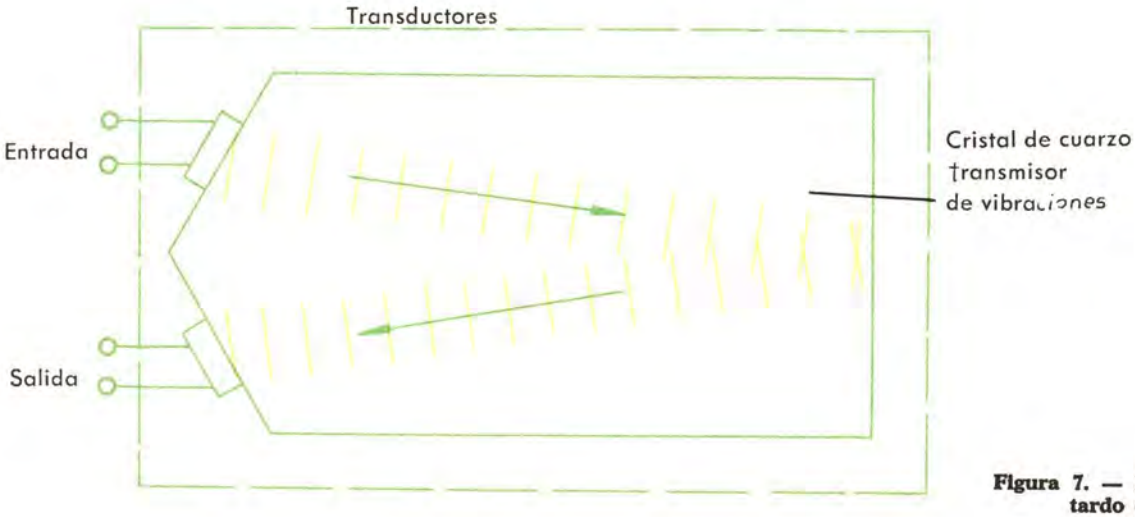


Figura 7. — Línea de retardo (LR).

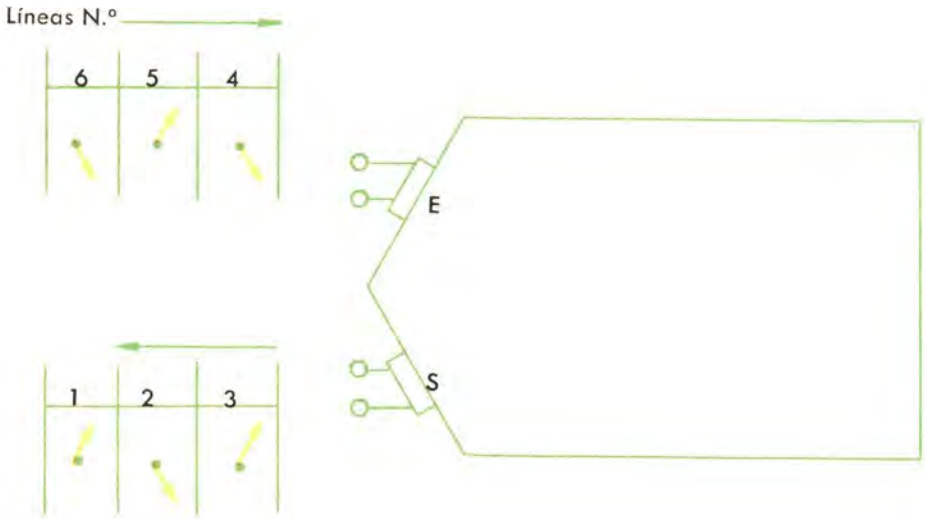


Figura 8. — Formación de la línea de retardo PAL.

tal de cuarzo y dos transductores; uno en el que se aplica la señal y otro (salida) donde se recoge. Figura 7.

La señal que aplicamos al transductor de entrada se convierte en vibraciones mecánicas, que se transmiten a lo largo del cristal de cuarzo, reflejándose en la pared opuesta, y al llegar al otro transductor dan lugar a una señal eléctrica semejante a la de entrada, pero ligeramente atenuada; para pasar a través del cristal, diseñado para funcionar con señales de subportadora, necesita 64 μ segundos. Este retardo en aparecer la crominancia en la salida es debido al tiempo de propagación de la vibración mecánica a través del cristal.

Recuérdese que precisamente los 64 μ segundos corresponden al período de una línea de televisión (CCIR de 625 líneas); por lo tanto, si aplicamos la crominancia de cada línea a la entrada de la LR tendremos a la salida la crominancia de la línea anterior a la que estamos aplicando. Figura 8. Con este principio de funcionamiento se obtienen el circuito corrector de defase y además separador de (R-Y) y (A-Y), que es el *«circuito de retardo PAL»*.

Línea de retardo en el circuito de separación de (R-Y) y (A-Y)

El circuito de la figura 9 consiste en un separador de (R-Y) y (A-Y), modulando a la subportadora (4,43 MHz).

Como recordarán, a la línea de retardo se aplica la crominancia y en la salida aparece después de 64 μ segundos o sea, cuando se aplica por ejemplo la línea número 4; en la salida hay la línea número 3, pero los dos bornes de salida con resistencia a masa hacen que la señal esté en oposición de fase; además, sumamos las señales de salida con las de entrada, atenuando esta vía igual que la línea de retardo. Cuando aplicamos la línea 1 a la entrada, en la salida no existe nada, pero cuando se aplica ya la línea 2 en la salida tenemos la 1, sea por ejemplo el color rojo. (Este caso lo consideramos un transitorio anormal en el correcto funcionamiento, que no tendremos en consideración.)

El sistema SECAM

Es el sistema de televisión en color desarrollado en Francia, basado igualmente en el NTSC, puesto que transmite también la luminancia y crominancia formada por las señales (R-Y) y (A-Y), pero en vez de mandarlas juntas en cada línea como el PAL o el NTSC, TRANSMITE UNA SE-

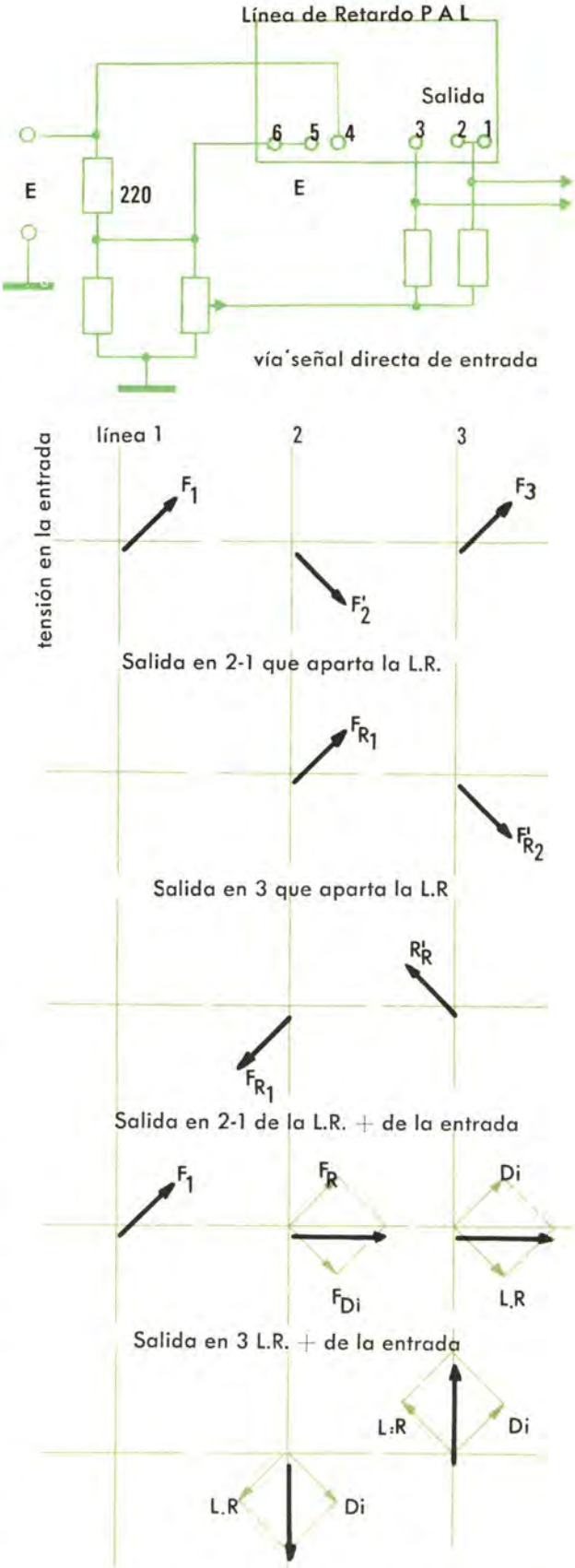


Figura 9. — Gráficas de la línea de retardo PAL.

-ÑAL DIFERENCIA DE COLOR (R-Y) o (A-Y) ALTERNATIVAMENTE EN CADA LÍNEA.

Se pregunta en cada cuadro la componente (R-Y) o (A-Y) con que se empieza a transmitir. Cada una de estas señales diferencia de color se transmiten sobre dos subportadoras distintas en FM. (Modulación de frecuencia.) Siendo la frecuencia de la portadora de color de (R-Y), 282 veces la frecuencia de línea:

Portadora (R-Y) = 4,4 MHz,

y la portadora de color de (A-Y), 272 veces la frecuencia de línea:

Portadora (A-Y) = 4,2 MHz.

Esto presenta ciertas ventajas, puesto que las portadoras de cromaticidad tendrán siempre la misma amplitud, tanto para tintes muy saturados, como pálidos; además, la estabilidad de los detectores de (R-Y) y (A-Y), discriminadores de frecuencia, es mayor que los detectores sincronos del PAL.

Identificación de (R-Y) y (A-Y)

Para que el receptor pueda distinguir cuando la información de crominancia en una línea es (R-Y) o (A-Y), se transmite una señal de sincronismo de color durante seis líneas de las primeras del cuadro, que no llevan aún información para que los detectores empiecen a funcionar y polaricen correctamente el circuito conmutador SECAM. El sistema SECAM transmite en cada línea la luminancia de la imagen y (R-Y) o (A-Y) alternativamente.

Obtención simultánea en cada línea de (R-Y) y (A-Y)

Como se vio al estudiar el sistema PAL y NTSC, se pueden obtener las tres señales diferencia de color, partiendo de un par de ellas, y así sólo se transmiten (R-Y) y (A-Y), pero en el sistema SECAM, en cada línea además de la luminancia sólo se transmite una de estas dos componentes, permutándose en cada línea para obtener las dos al mismo tiempo y así poder matrizarlas para tener también la (V-Y); se considera que entre dos líneas sucesivas no hay prácticamente diferencias y se cogen por ejemplo la (R-Y) de la línea 2 con la (A-Y) de la línea 1; esto es realizable y sólo se producirán errores en los cambios de color horizontales. El circuito con el que obtienen (R-Y) y (A-Y) de dos líneas sucesivas está formado simultáneamente por la línea de retardo de crominancia y el conmutador SECAM.

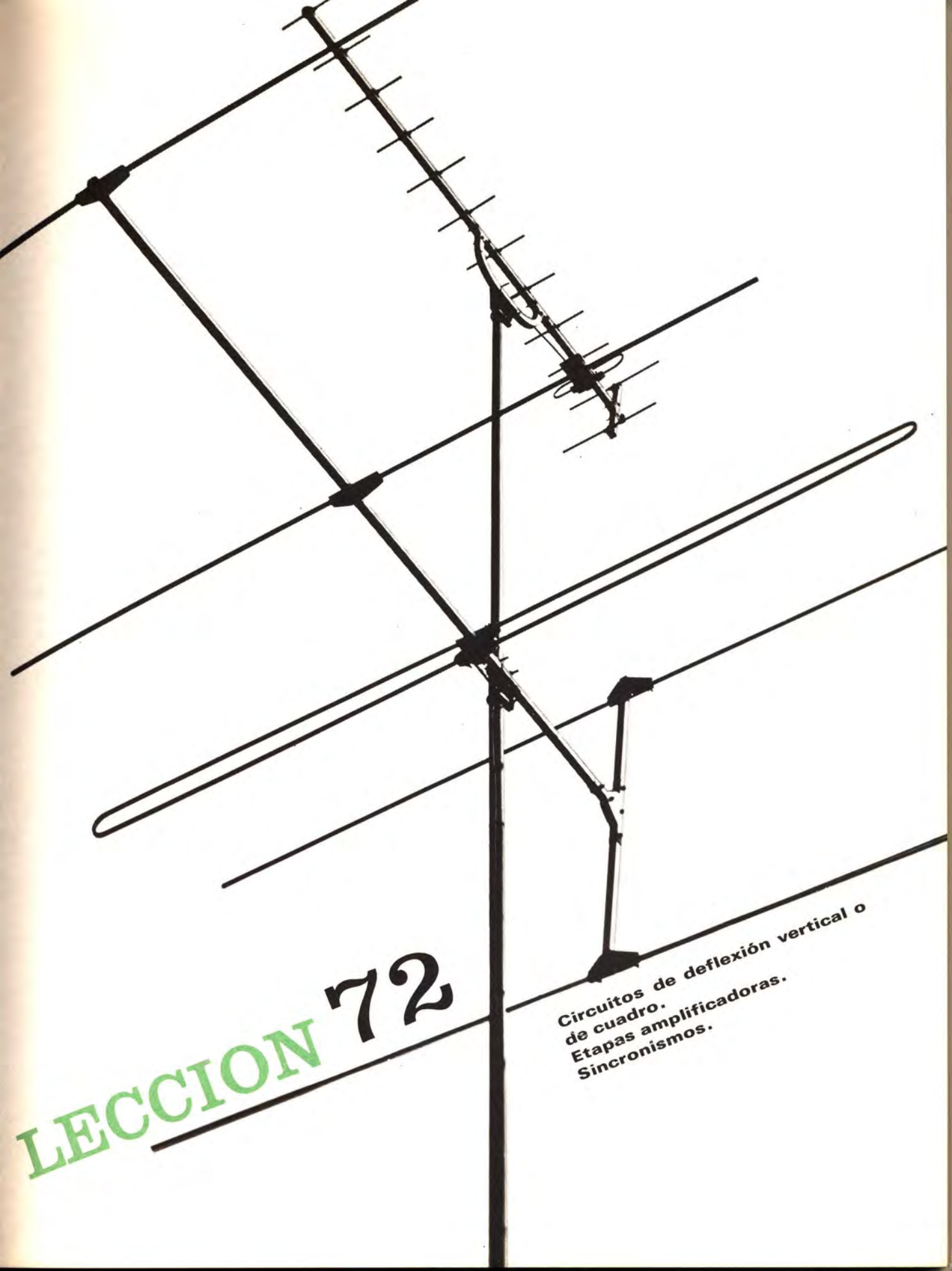
Línea de retardo

Es un cristal piezoeléctrico como el que se utiliza en el sistema PAL y se obtiene a la salida de la señal de crominancia (R-Y) o (A-Y) 64 μ segundos (una línea) después de aplicada en la entrada.

Conmutador SECAM

Consiste en un circuito en el cual la señal diferencia de color, aplicada en las entradas 1 y 2, aparece alternativamente en cada línea en 3 y 4 y en 4 y 3, o sea, a frecuencia de línea se conmutan las salidas. Figura 2.

* * *



LECCION 72

Circuitos de deflexión vertical o de cuadro.
Etapas amplificadoras.
Sincronismos.

CIRCUITOS DE DEFLEXION VERTICAL O DE CUADRO

CIRCUITOS

Para reproducir una imagen en la pantalla sabemos que el barrido de cuadro (o barrido vertical) de un tubo de imagen necesita la producción de un campo magnético, que varíe linealmente con el tiempo y vuelva con rapidez a su valor inicial. En las bobinas de desviación la corriente deberá seguir la misma ley de variación. Figura 1.

La imagen se reproduce a razón de 25 veces por segundo (norma CCIR) y 625 líneas. Debido al barrido entrelazado, la frecuencia del barrido de cuadro (o barrido vertical) debe ser doble, de forma que, cuando hayan pasado 312,5 líneas, vuelva a iniciarse el recorrido al principio de la pantalla, desplazada media línea como ya sabemos.

Por tanto, en las bobinas de desviación es de 50 Hz la frecuencia con que debe variar la corriente (norma CCIR).

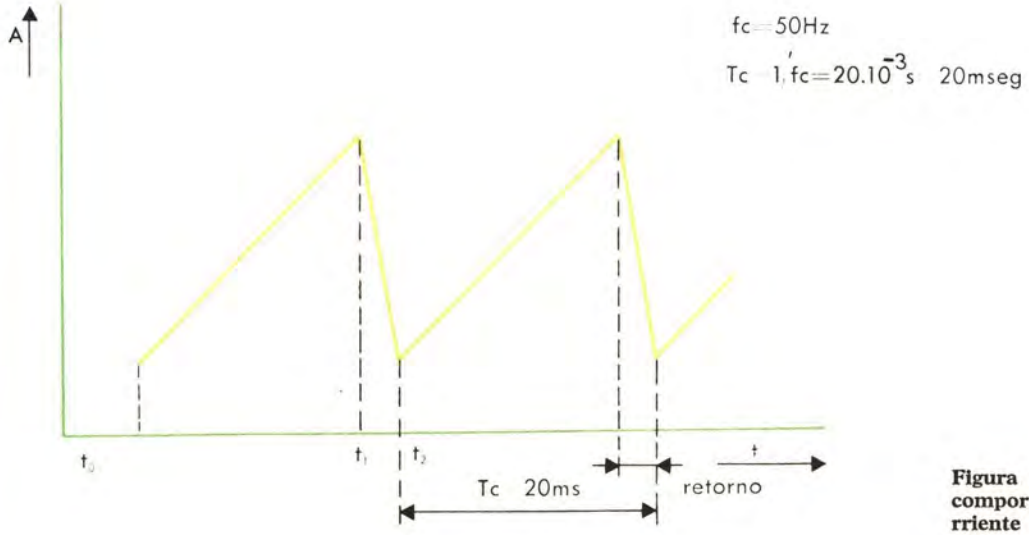


Figura 1. — Gráfica del comportamiento de la corriente que atraviesa las bobinas de desviación.

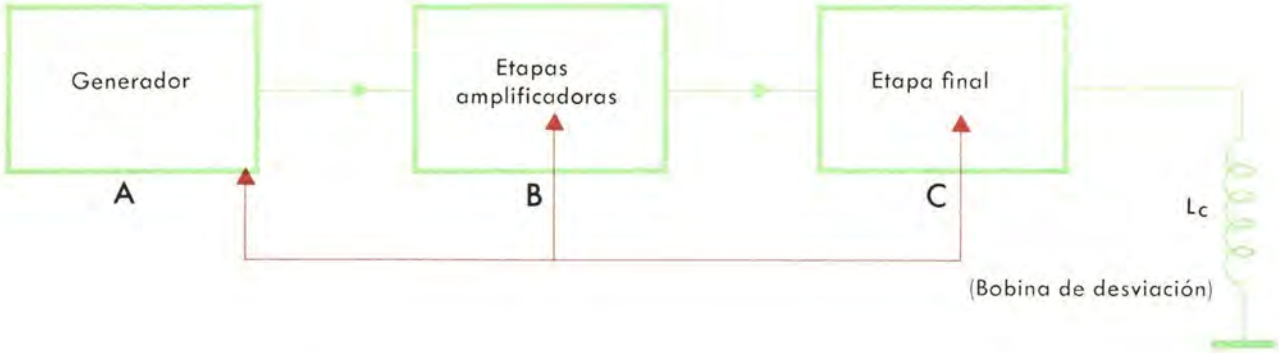


Figura 2. — Representación esquemática de las partes que componen la etapa de desviación vertical.

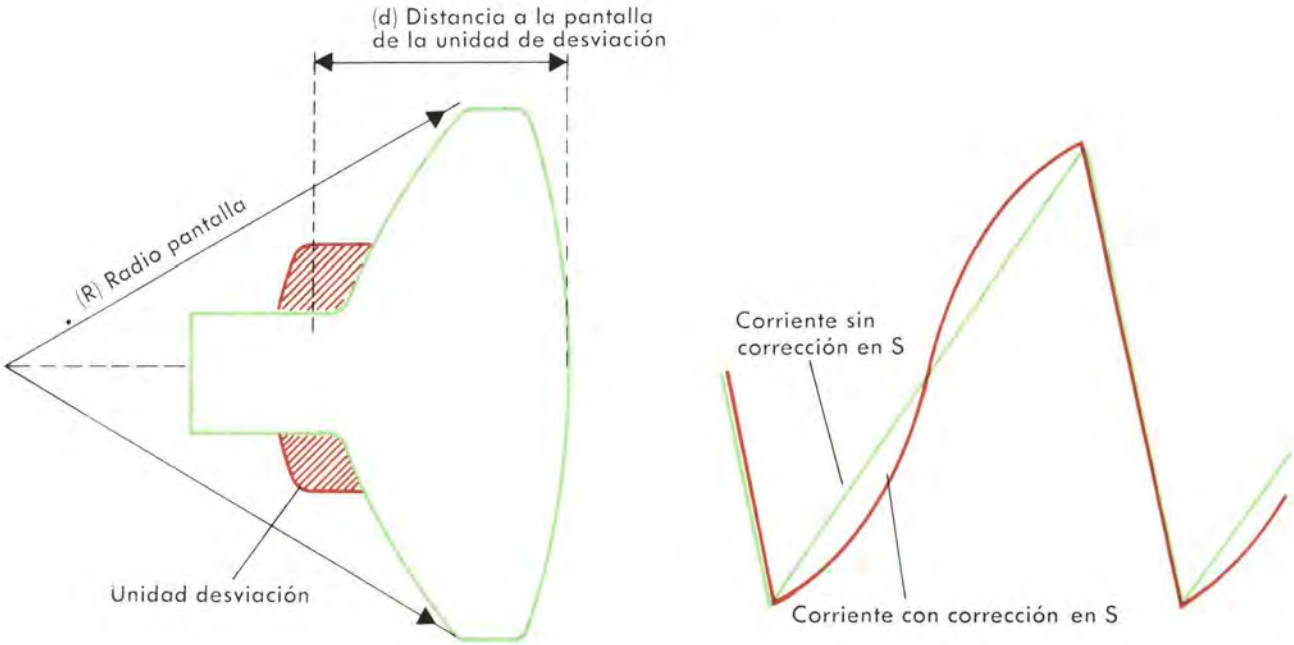


Figura 3. — Obsérvese en la ilustración el radio real de la curvatura de la pantalla en comparación con la alteración de corrección que debe darse al impulso diente de sierra.

Como esquema de principio podemos decir que la etapa de desviación vertical (fig. 2) se compone de:

A) Un generador de tensión en dientes de sierra.

B) Uno o varios amplificadores.

C) Etapa amplificadora de potencia, capaz de alimentar las bobinas de desviación. La potencia necesaria depende de las bobinas de desviación y del tubo de imagen.

El radio de curvatura de la pantalla del tubo de imagen, es mayor que la distancia de la unidad de desviación y dicha pantalla; por ello tendremos que superponerle a la corriente en diente de sierra una señal de corrección en forma de S. Figura 3.

Por otra parte, sabemos la necesidad de que el oscilador de diente de sierra permanezca perfectamente sincronizado, de forma que no tan sólo se desplace la imagen en la pantalla, sino que

las molestias ocasionadas por la falta, por el motivo que sea, de un impulso de sincronismo no sean excesivas y nos permitan un perfecto entrelazado.

GENERADORES EN DIENTES DE SIERRA

Constan generalmente de un oscilador con circuito RC, es decir, circuitos en que la corriente de tiempo viene determinada por la carga o descarga de un condensador C en una resistencia R.

a) Carga y descarga de un condensador

La tensión Vc entre las armaduras del condensador viene dada por la expresión:

$$V_c = \frac{1}{C} \int i\,dt.$$

Si la corriente i se mantiene constante durante el trazo de exploración tendremos que:

$$V_c = \frac{i}{C} t;$$

la tensión en los extremos del condensador V_c resulta entonces directamente proporcional al tiempo t.

Aunque se conocen varios circuitos con los que puede obtenerse una corriente constante de carga en un condensador, éstos no se utilizan generalmente en televisión, debido a que suponen una complicación innecesaria. En esta técnica, los condensadores se cargan, por regla general, conectándolos a una fuente de tensión a través de una resistencia.

Vea el circuito de la figura 4. Antes de cerrar el interruptor, la tensión V_c en bornes del condensador es nula. Al cerrarlo, la corriente que empieza a circular vale $\frac{E}{R}$. El condensador empieza a cargarse y cuando $V_c = E$, la carga ha terminado. En un instante la tensión vale:

$$V_c = E\,(1 - e^{\frac{-t}{RC}})$$

La figura 5A representa la variación de V_c. Como se ve no es lineal; si nos limitamos a la primera parte de la curva (para t, bastante menor que la constante de tiempo $RC = \tau$), podremos asimilar la exponencial a una recta (fig. 5 B) y decir que V_c vendrá dada por la expresión:

$$V_c = E \frac{t}{\tau}$$

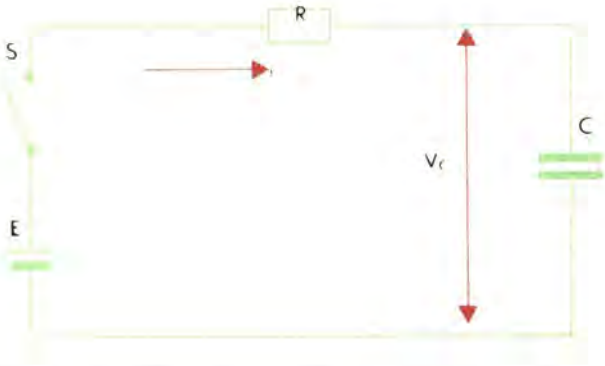


Figura 4. — Carga de un condensador a través de una resistencia.

La figura 6 muestra la forma de obtener una señal en diente de sierra, mediante cierre del interruptor S_2 entre los límites t_o y t_2, de la figura 1. El condensador se descarga entonces a través de R_1 y el retorno del diente de sierra obtenido será tanto más rápido cuanto menor sea R_1 con respecto a R.

El interruptor S_2 puede ser reemplazado por una válvula o bien un transistor, llevado alternativamente a bloqueo y saturación por una serie de impulsos. Figura 7. En ambos casos, la tensión en bornes del condensador será en forma de dientes de sierra. Figura 8.

Para obtener un oscilador que funcione a la frecuencia de cuadro bastará utilizar para el desbloqueo las señales de sincronismo de cuadro a las de la señal de video. Será conveniente elegir una constante de tiempo RC, lo suficiente grande, de forma que el diente de sierra pueda considerarse lineal.

La tensión de salida disminuye cuando se aumenta la constante de tiempo; por consiguiente, una mejor linealidad va acompañada de una disminución del nivel de salida.

Este tipo de generador está verdaderamente «controlado» por los impulsos de sincronismo, y además la tensión de salida puede atacar directamente el paso de salida de desviación del haz de electrones, tiene el gran inconveniente de que el tiempo de descarga del condensador depende de la duración de los impulsos de sincronismo y de que en caso de no existir impulsos de sincronismo (debido por ejemplo a una avería en el emisor), el condensador queda bloqueado; entonces el haz

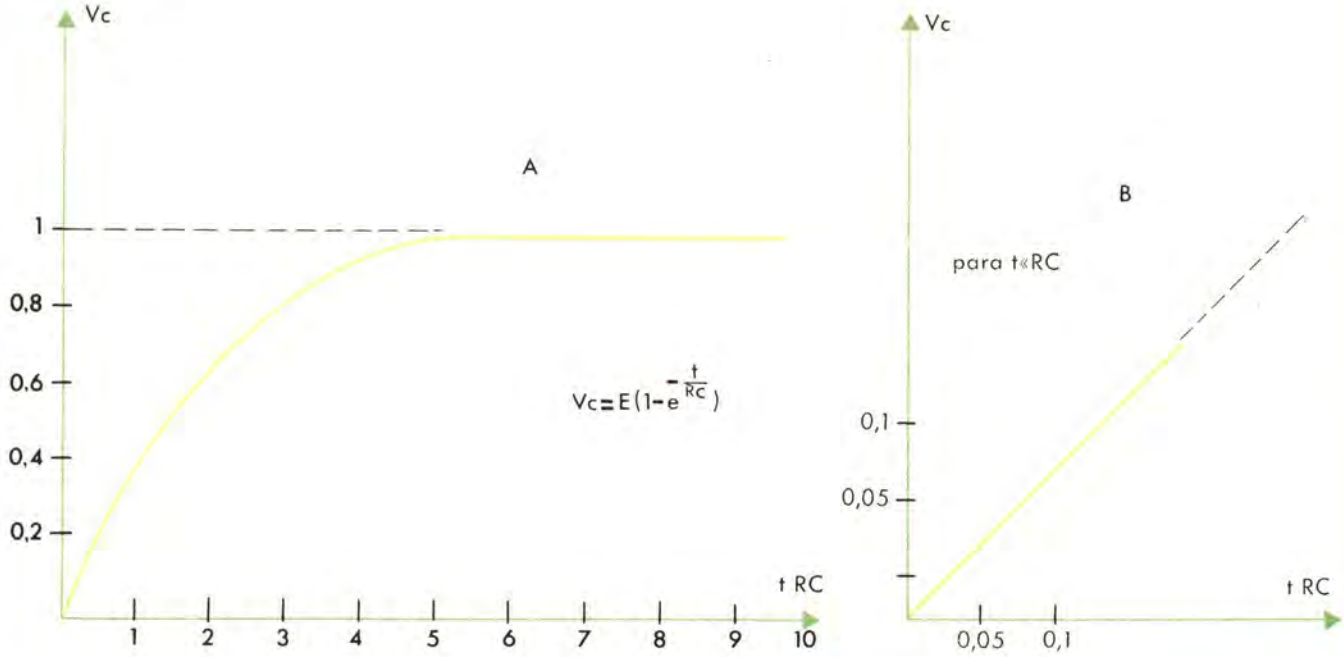


Figura 5. — Gráficas características que demuestran la variación de los principios de carga y descarga de un condensador.

permanecería inmóvil, lo cual podría tener consecuencias catastróficas.

Este generador no se emplea pues de esta forma, pero es el montaje base de los generadores de diente de sierra que veremos a continuación.

b) Oscilador de bloqueo, como generador de diente de sierra

La figura 9 representa un generador de diente de sierra, cuya construcción es la de un oscilador de acoplo magnético. Para pequeños valores de R, y del coeficiente de acoplo, el generador produce una onda senoidal de amplitud constante, cuya frecuencia queda determinada por el coeficiente de autoinducción y las capacidades parásitas. Sin embargo, con un acoplo muy fuerte entre las bobinas y un valor elevado de R se producen simultáneamente oscilaciones de baja y alta frecuencia, lo cual se traduce en tensiones de dientes de sierra en los extremos de C.

Analicemos la figura 9 a. Debido a la elevada constante de tiempo de $R_k C_k$ se origina una tensión de polarización constante en los extremos de R_k; el valor de esta tensión es lo suficientemente elevado para que la válvula quede bloqueada con una tensión anódica reducida.

En el instante inicial, la tensión sobre el condensador C es muy pequeña, y la corriente de carga que fluye a través de R hace aumentar la tensión del condensador exponencialmente, hasta que la tensión anódica alcance el valor necesario para que el triodo se desbloquee. Entonces empiezan a producirse oscilaciones, cuya amplitud aumenta rápidamente, y se originan fuertes impulsos de corriente en el circuito anódico. Estos impulsos están suministrados por C, y, por lo tanto, la tensión en sus extremos desciende rápidamente hasta reducirse a un valor bajo, de tal forma que el triodo no puede mantener las oscilaciones, bloqueándose la válvula de nuevo. El condensador C vuelve a cargarse y se repite el ciclo antes mencionado.

El principio de reacción del circuito de la figura 9 b es el mismo, pero los elementos que determinan la frecuencia están colocados en el circuito de base. La oscilación del transistor produce una sobretensión positiva que carga C_1. Este elemento se descarga poco a poco a través de R_1 y

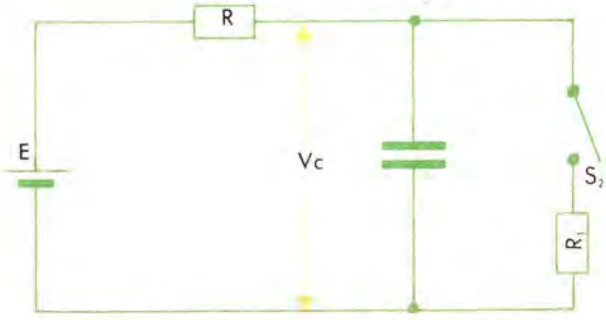


Figura 6. — Esquema de un circuito simple para obtener una corriente con impulsos en diente de sierra.

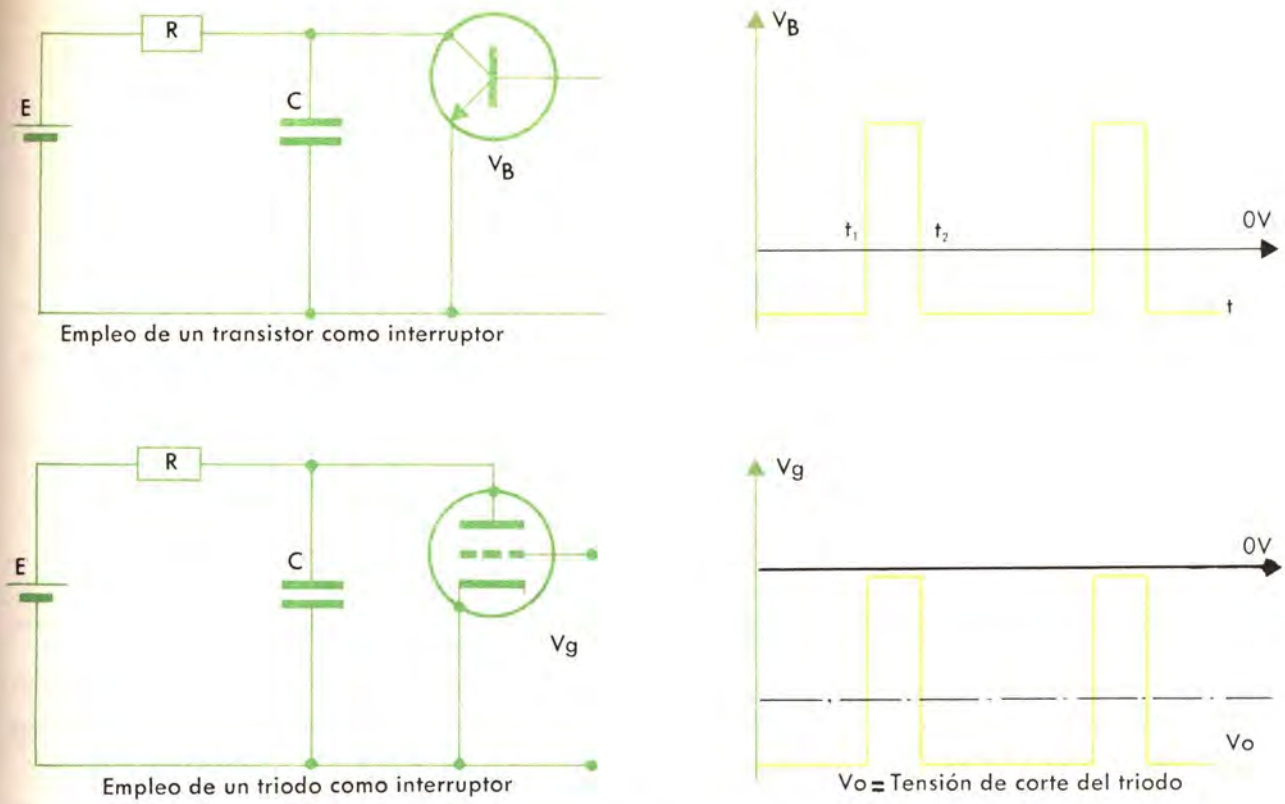


Figura 7. — Esquemas ilustrativos del circuito anterior en el que se ha sustituido el interruptor S_2 por una válvula o por un transistor.

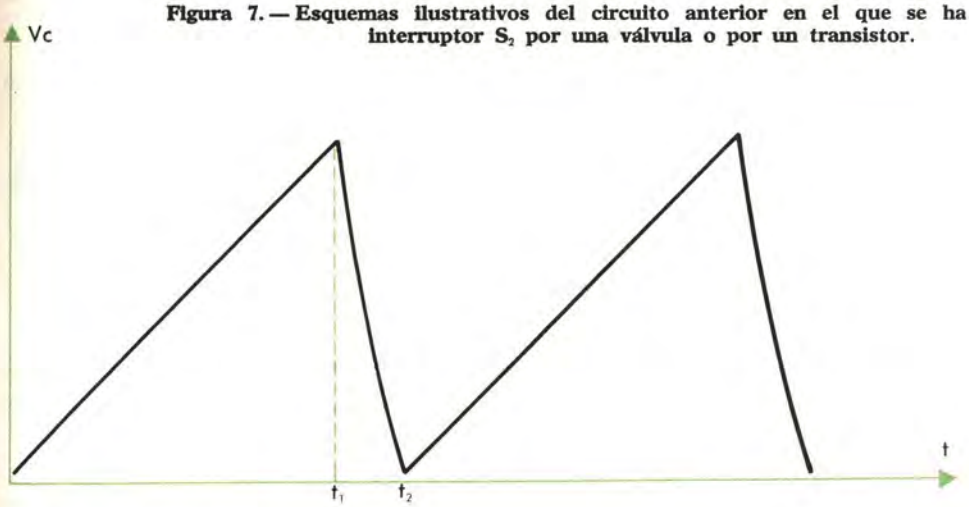


Figura 8. — Tensión de salida (diente de sierra) que se obtiene a la salida de cualquiera de los dos circuitos antes citados.

R_2, y al final de la descarga, cuando V_B se acerca a V_E, el transistor comienza a conducir y el ciclo se repite nuevamente. El oscilador de bloqueo de la figura 9 a no se utiliza de la forma descrita, ya que, como puede observarse, el ajuste de la frecuencia por mediación de R repercute grandemente sobre la amplitud del diente de sierra de salida. Una forma de utilizarlo sería acoplándolo al generador de dientes de sierra aperiódico, descrito en el apartado anterior, cuyo esquema está indicado en la figura 10.

Debido al fuerte acoplo, las oscilaciones dan lugar en el circuito de reja a grandes impulsos de corriente, que cargan negativamente el condensador C_g. Cuando la tensión de C_g alcanza un cierto valor cesan las oscilaciones y se bloquea la válvula. El condensador se descarga exponencialmente a través de R_g hasta que el potencial de reja alcance tal valor que la válvula vuelva a hacerse conductora, y comiencen de nuevo las oscilaciones.

Así, pues, durante la descarga de C_g, las dos válvulas están bloqueadas; la tensión anódica de

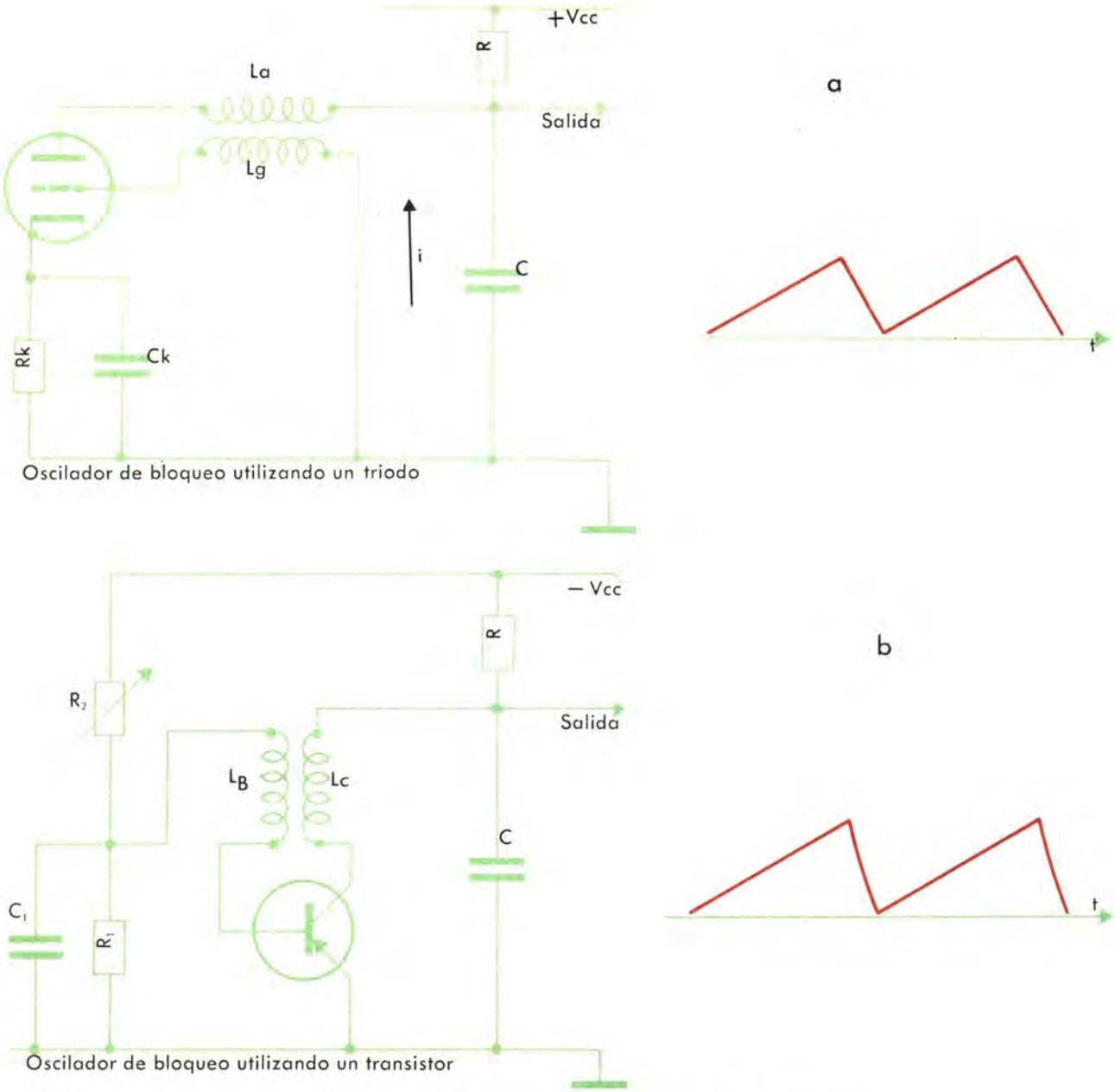


Figura 9. — Osciladores de bloqueo por acoplamiento magnético: a) Con válvula. b) Con transistor.

V_1 será V_{cc} y la de V_2 muy pequeña, aunque irá creciendo debido a la carga del condensador C de salida. Cuando el condensador C_g haya descargado lo necesario empezarán de nuevo las oscilaciones, aplicadas a la reja de V_2, por lo cual también se desbloquea, y motiva la brusca descarga de C. Este circuito permite que el ajuste de amplitud (R_g) no dependa del de frecuencia (R).

Una variante del circuito de la figura 9 b es el dibujado en la figura 11 a. Cuando el transistor no conduce (punto M, fig. 11 b), el condensador C está cargado, y la tensión disminuye exponencialmente; el potencial de emisor se acerca al de masa y cuando $V_E = V_B$ (punto N, fig. 11 b) el transistor empieza a conducir y aparece una corriente en el colector; el condensador C se vuelve a cargar hasta que bloquea de nuevo el transistor.

Tanto en el circuito de la figura 9 b como en el de la figura 11, la frecuencia de cuadro cambia por medio del potenciómetro R_2, que varía la polarización de base y también, por tanto, el punto en el cual empiezan a producirse las oscilaciones.

Se ha colocado en paralelo a L_s una resistencia R_s, de tal forma que quedan amortiguadas las oscilaciones. El sincronismo de las oscilaciones de bloqueo se realiza con facilidad si aplicamos im-

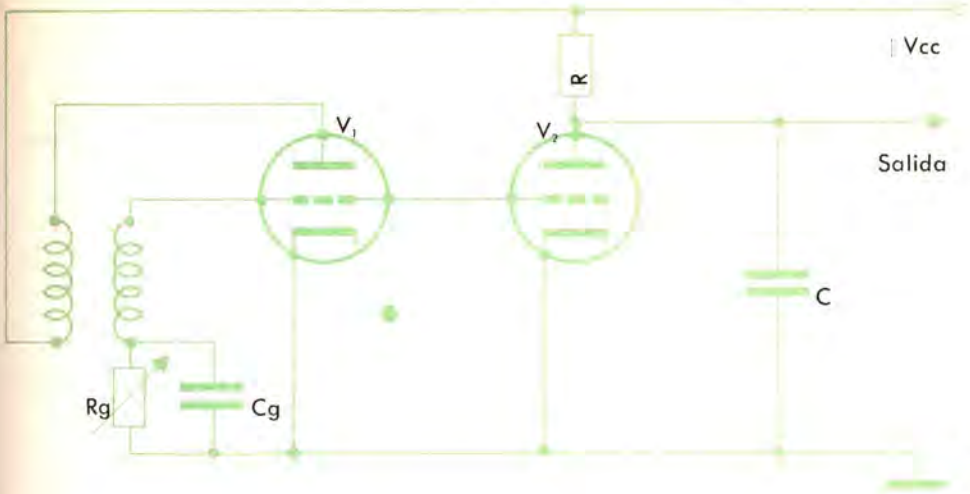


Figura 10. — Esquema teórico de un generador en diente de sierra aperiódico.

pulsos de polaridad adecuada a la base del transistor o reja de la válvula.

c) El integrador de Miller como generador de dientes de sierra

Sabemos que la capacidad ánodo-reja (Cag) de un triodo origina la aparición de una capacidad dinámica, situada entre reja y cátodo, que vale (1 + G) Cag, siendo G la amplificación.

Esta propiedad puede extenderse a un amplificador de ganancia G, en el que Cag se reemplaza por el condensador C (fig. 12 a), conectado entre la salida y la entrada. Si admitimos que la entrada del amplificador tiene una gran impedancia, y que en consecuencia $i \simeq o$, tendremos que:

$$i = \frac{1}{\omega C}(V_e - V_s) = \frac{1}{\omega C}(1 - G)\, V_e$$

Si el defase de la salida es de 180° con respecto a la entrada, será:

$$i = \frac{1}{\omega C}\,(1 + G)\, V_e$$

Es decir, en la entrada del montaje vemos una capacidad dinámica 1 + G, superior a la colocada entre la salida y la entrada.

Si conectamos en serie con la entrada una resistencia, el circuito equivalente será el dibujado en la figura 12 b. Como puede observarse, es idéntico al estudiado en el apartado 12 a, con la particularidad de que la constante de tiempo RC queda multiplicada por 1 + G.

En la figura 13 a se describe un integrador Miller funcionando con pentodo, controlado por la reja supresora, y que vamos a estudiar a continuación. Con el empleo de transistores el concepto teórico es el mismo.

Supongamos que la tensión aplicada a la reja supresora sea lo suficientemente negativa como para que la válvula esté bloqueada. En estas condiciones la corriente de ánodo será nula, por lo que $V_a = V_{cc}$. Si la reja g_1 está conectada a $+ V_{cc}$ a través de R_1, la tensión V_g estará muy próxima a cero, pues la resistencia reja-cátodo es muy pequeña cuando está polarizada positivamente. El condensador C estará cargado a una tensión V_a-V_{g1} $= V_{cc}$-$0 = V_{cc}$.

Estamos en el punto M de la figura 13 b.

Cuando la tensión en la reja supresora sea la de cátodo, la válvula dejará de estar bloqueada. En el instante inicial, punto N, fig. 13 b, la corriente es muy elevada y motiva una brusca caída de tensión en el ánodo, limitada por R_2 (MN).

El condensador C, que tiene una constante de tiempo de descarga, no puede descargarse tan bruscamente manteniéndose en sus extremos una tensión V_{cc}; la única forma de que esto ocurra es que la tensión de la reja g_1 se haga negativa y también la misma magnitud MN que ha hecho disminuir el ánodo. Esto ocurrirá hasta que el punto N, tal que la caída en la reja corresponda a la corriente anódica.

Estando la reja g_1, a -V (MN), circulará una corriente I a través de R_1, que irá acumulando carga en el condensador C (cargas positivas al lado de la reja); por lo tanto, aumenta el potencial V_g de la reja, lo cual hace disminuir el potencial anódico V_a en:

$$\Delta V_a = -G \Delta V_g.$$

La corriente I vendrá dada por las siguientes expresiones:

En bornes del condensador: $I = \dfrac{C\,d\,(V_g - V_a)}{dt}$

En bornes de R_1: $I = \dfrac{V_{cc} - V_g}{R_1}$.

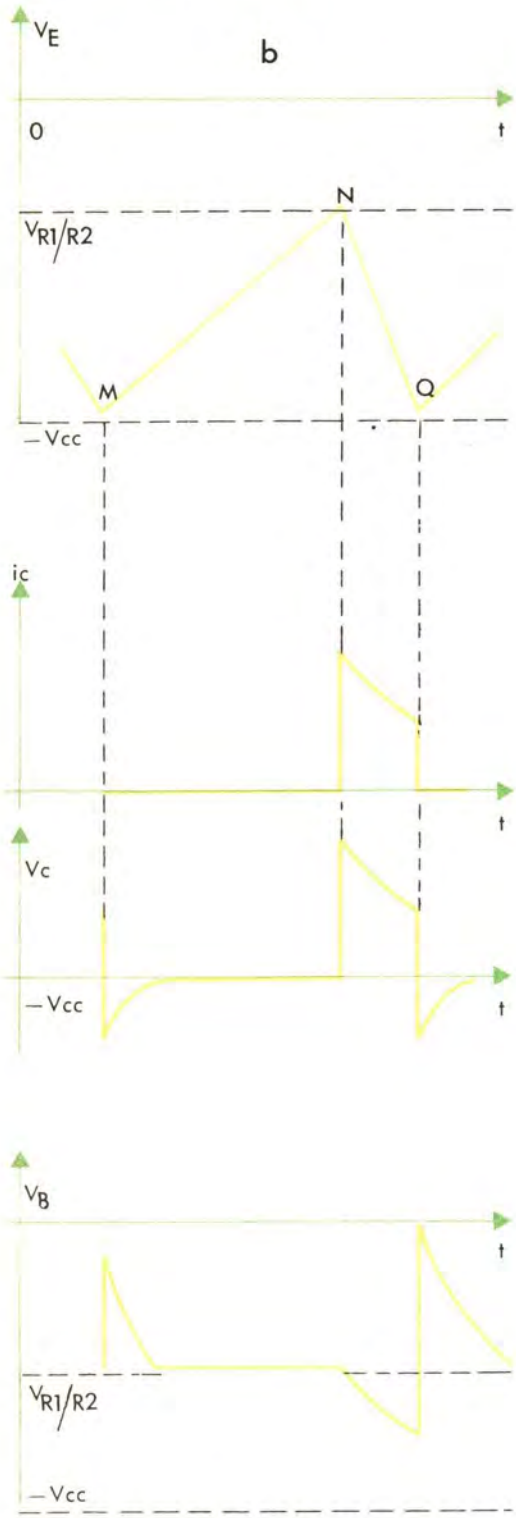
Eliminando I, obtendremos:

$$\frac{d\,V_g}{dt} = \frac{V_{cc} - V_g}{C\,R_1} + \frac{d\,V_a}{dt}$$

$d\,V_a = -\,\Delta\,d\,V_g$

Ordenando y quitando denominadores, obtenemos:

$$(1 + G)\;C\,R_1 \frac{d\,V_g}{dt} + V_g = V_{cc}$$



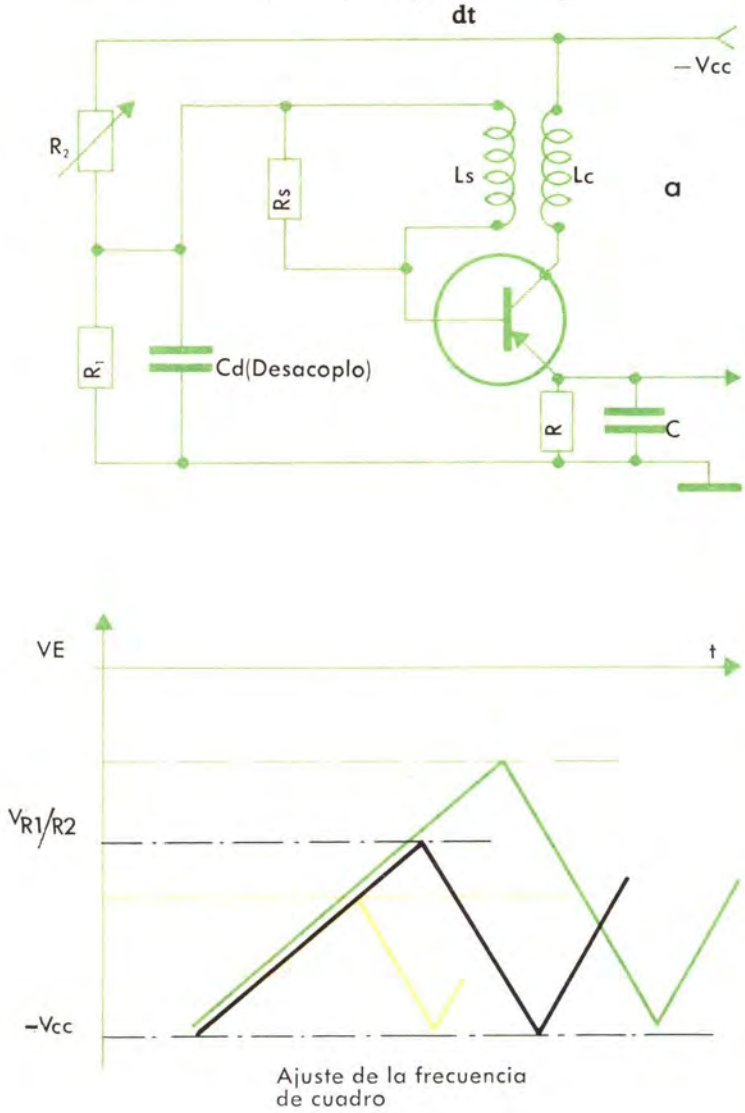


Figura 11. — Esquema de un circuito con alguna variante del anterior y con los oscilogramas que se obtienen por la descarga del condensador.

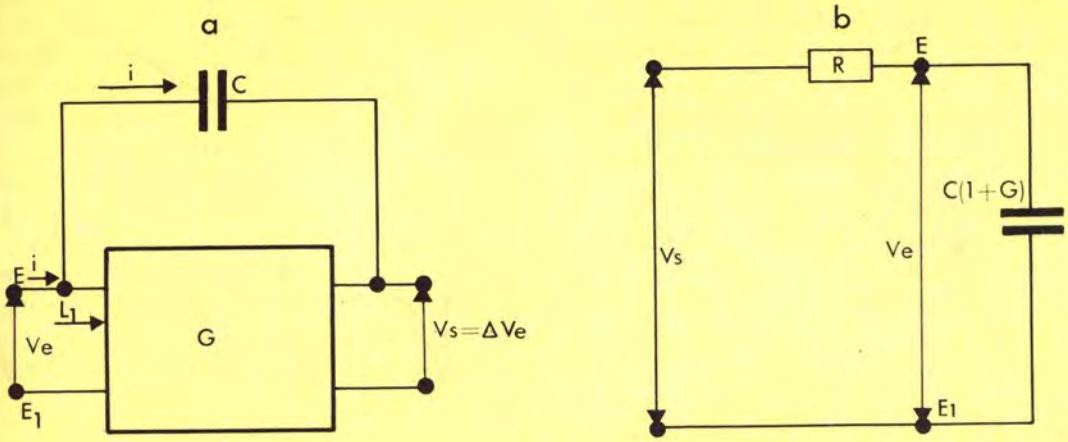


Figura 12. — Esquema de principio del integrador de Miller.

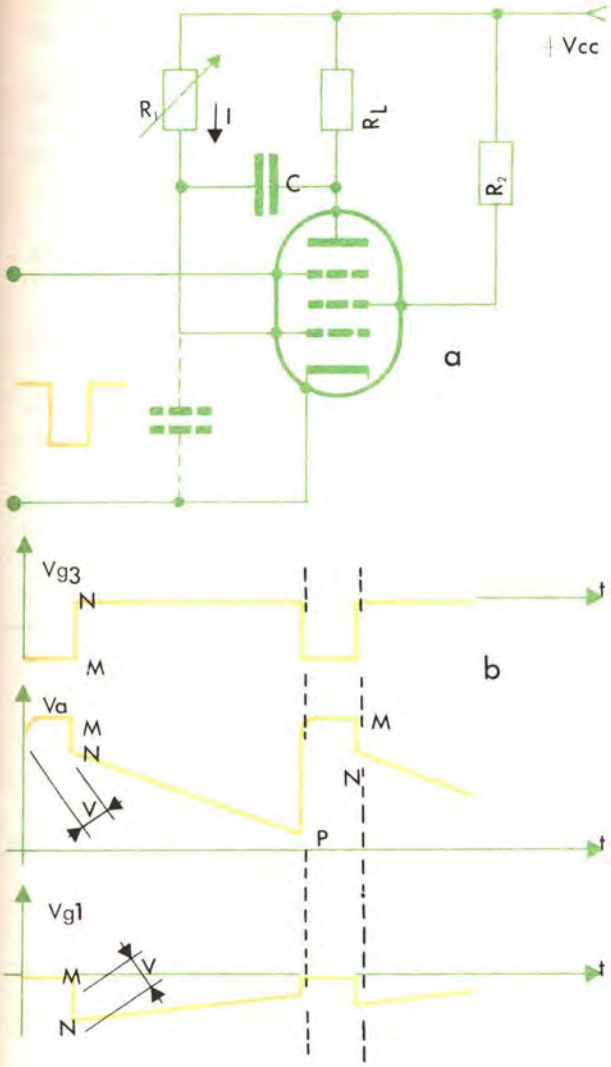


Figura 13. — Integrador de Miller compuesto por un pentodo.

Obsérvese que esta ecuación es la carga de un condensador (1 + G) C a través de una resistencia R_1, conectada a una fuente V_{cc}. Esto ya lo vimos en el apartado *a*, con la diferencia que aquí hacemos mayor la constante RC, consiguiendo así linealidades mucho mejores.

Cuando apliquemos de nuevo un impulso negativo a la reja supresora, punto P, figura 13 b, la válvula quedará de nuevo bloqueada y se volverá a repetir el ciclo.

La frecuencia de este oscilador puede variarse por mediación de R_1. El integrador Miller puede ser sincronizado aplicando los impulsos de sincronismo separados de la señal de video, directamente a la reja supresora con la polaridad adecuada; no obstante, se prefiere completar este circuito de forma que se obtenga un oscilador de relajación, es decir, que oscile libremente a una frecuencia próxima (ligeramente inferior, ver fig. 17) a las señales de sincronismo, utilizándose estas últimas sólo para ajustar el generador a su frecuencia. En el empleo de transistores, ésta se soluciona con otro transistor que funcione como conmutador, el cual estudiaremos más adelante. Debido a la utilización de los pentodos en las válvulas, se soluciona dicho problema combinando el efecto integrador Miller con el montaje transitrón, que estudiamos a continuación. En la figura 14 se representa el esquema correspondiente a este montaje.

Montaje transitrón

Supongamos que en un momento determinado la tensión de la reja supresora sea positiva y que la corriente anódica tenga un valor elevado i_a. Esta corriente hace disminuir la tensión en los extre-

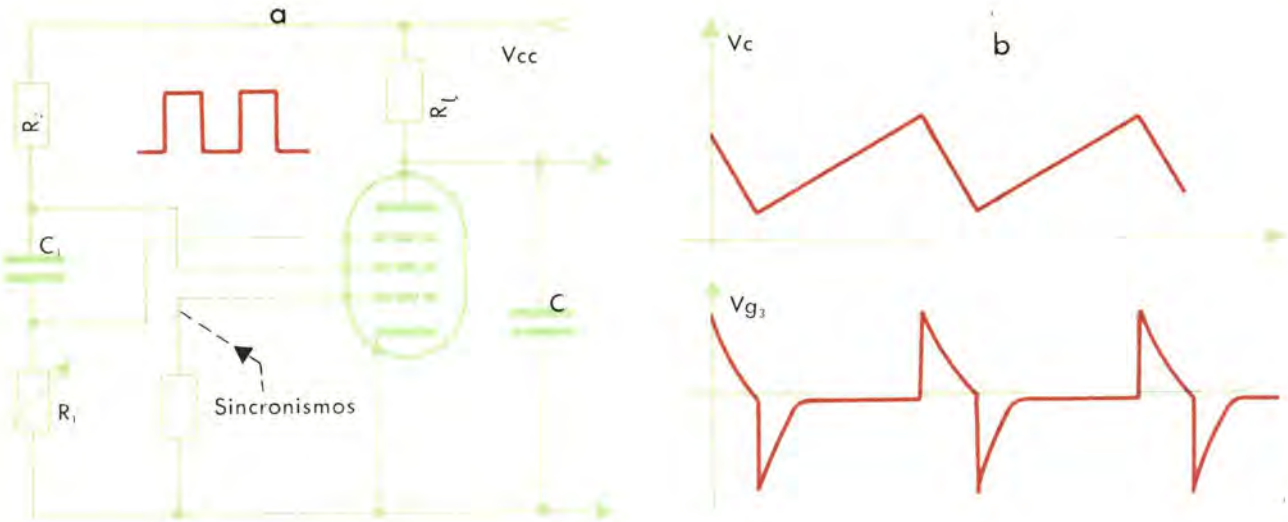


Figura 14. — Integrador de Miller con montaje transitrón.

mos de C y conserva al principio una intensidad constante hasta que se alcanza el codo de la característica I_a/V_a. Al llegar a este punto, disminuye rápidamente su intensidad, lo cual se traduce en una elevación de la corriente reja pantalla. La tensión de la reja supresora disminuirá en igual magnitud y dará lugar a un descenso aún más rápido de la corriente anódica Ia. Debido a este efecto acumulativo, la tensión de la reja alcanzará un alto valor negativo, y la corriente anódica se interrumpe. La tensión del condensador C aumenta entonces exponencialmente a consecuencia de la corriente que recibe a través de R_1, y al mismo tiempo la tensión negativa de la reja supresora decrece también exponencialmente por efecto de la descarga de C_1 a través de R_1. De esta forma llega un momento en que la corriente anódica se restablece y disminuye la corriente de reja pantalla. Las tensiones de reja pantalla y de la supresora aumentan entonces, y dan lugar a que la corriente anódica se eleve aún más.

Este proceso es también acumulativo y, por tanto, la corriente anódica llega a alcanzar un valor importante; el potencial de la reja supresora se hace positivo, y da lugar a que circule una corriente de reja, que compensa la pérdida de carga experimentada por C_1. Entonces estamos de nuevo en el punto de partida, y se repite el proceso anteriormente descrito. Ver figura 14 b.

El sincronismo se consigue aplicando impulsos negativos a la reja de mando g_1, o bien positivos a la reja supresora. La frecuencia del oscilador puede variar por medio de R_1.

Generalmente, el montaje transitrón se utiliza combinado con el integrador Miller, cuyo esquema representamos en la figura 15 a, sus oscilogramas en la 15 b y cuyo funcionamiento, se deduce de las explicaciones anteriores.

Obsérvese que la tensión de salida del oscilador con integrador iMller está con polaridad inversa al de bloqueo, y al transitrón. Ello dependerá de cómo tengamos que atacar al paso de salida y si ponemos o no amplificador intermedio.

La figura 16 representa un integrador Miller, funcionando a transistores, en donde T_1 (PNP) es el integrador de efecto Miller, y T_2 funciona como interruptor, y asegura el retorno del diente de sierra.

Supongamos el transistor T_2 en estado de bloqueo. El condensador C_1 está cargado, pues el punto M se ha puesto a V_{cc} cuando T_2 estaba en cortocircuito, y el otro extremo está prácticamente a masa a través de la impedancia de entrada del transistor T_1. T_1 conduce y el estudio teórico (indicado en rojo en la figura 16) es idéntico al estudiado con válvula, es decir, en el instante inicial hay una caída brusca que a través de C_1 se transmite a la base de T_1. Circulará en estas condiciones una corriente I por R_1, que irá polarizando la base más positiva, con lo que la corriente del colector aumenta, elevando gradualmente el potencial del colector, y del punto M. C se ha cargado a $-V_{cc}$ a través de R_4 y R_2 pero con una constante RC muy elevada.

Esta variación se transmite a la base de T_2 a través de C_2 y cuando ésta haya alcanzado la tensión de $-V_{cc}$ (en el instante de desbloqueo estaba a $-2V_{cc}$), éste conducirá (instante t_1). El condensador C_1 se vuelve a cargar a $-V_{cc}$ a través de la resistencia emisor-colector de T_2 y base emisor T_1, quedando éste saturado.

En estas condiciones, la tensión del colector

de T_1 es de $-V_{cc}$ (instante t_2) y la base de T_2 tiende a $-2V_{cc}$, ya que la constante de tiempo R_2 C_2 es muy grande y no puede descargarse tan rápidamente, lo cual hace bloquear este transistor con lo que vuelve a comenzar el ciclo.

Este bloqueo es muy rápido, ya que es acumulativo. Efectivamente, el comienzo del bloqueo de T_2 interrumpe el circuito de carga C_1, precipitando la variación, de la tensión de colector del T_1 hacia $-V_{cc}$. La frecuencia puede variarse por mediación de R_1. La figura 17 muestra cómo se consigue el sincronismo de estos tipos de generador.

El período de oscilación libre debe ser próximo al período deseado (ver apartado «sincronismos»). La desaparición momentánea del sincronismo implica sólo un ligero alargamiento del período, lo que se traduce en un lento desplazamiento de la imagen. Esta forma de sincronización se denomina «sincronización por el flanco» o bien «sincronización directa».

d) Multivibrador como generador de dientes de sierra

Tanto si el montaje se realiza a válvulas o transistores, el concepto básico de funcionamiento es el mismo. Hagamos el estudio con el montaje de la figura 18 a.

Supongamos que el transistor T_1 está bloqueado y el T_2 conduce (fig. 18 b). Si T_1 comienza a

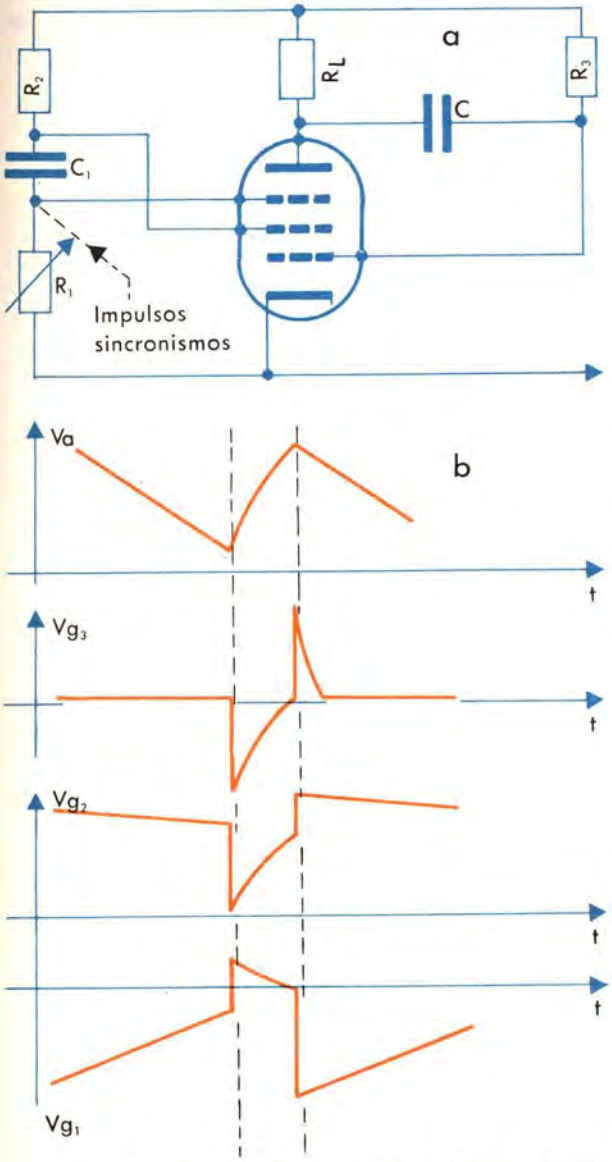


Figura 15. — Integrador de Miller combinado con montaje transitrón.

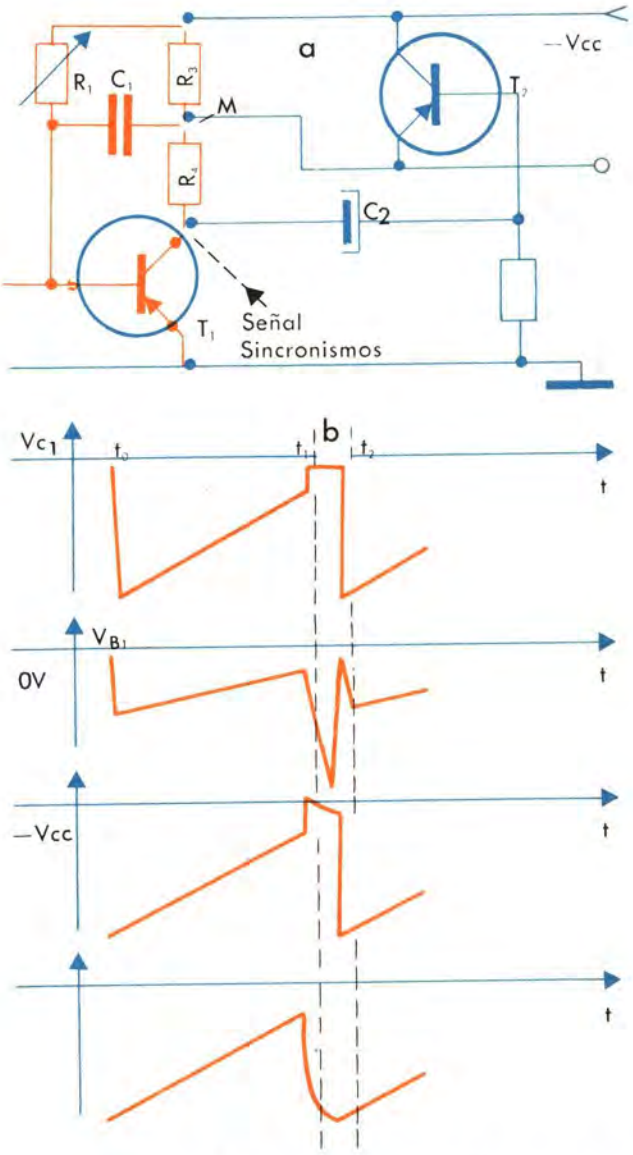


Figura 16. — Idéntico circuito al anterior en su versión transistorizada.

conducir en el instante t_1, su corriente de colector, al pasar a través de Rc_1, eleva el potencial de este colector. Esta variación positiva es trasladada por C_2 a la base de T_2 y disminuye su conducción, lo que da lugar a una disminución del potencial de colector, que trasladada por C_1 a la base de T_1 aumenta su conducción. Este proceso acumulativo lleva T_1 a la saturación y a T_2 al bloqueo completo. El potencial del colector ha pasado de $-V_{cc}$ a 0 (potencial de los emisores) y esta variación positiva ha elevado el potencial de base de T_1 de 0 a $+ V_{cc}$.

Este estado persiste mientras esta base permanezca positiva con C_2 y descargándose a través de R_{B_2} su potencial baja poco a poco. Cuando en el instante de t_1 se alcance el potencial de desbloqueo, este segundo transistor comienza a conducir, y un proceso acumulativo análogo descrito anteriormente bloquea el transistor T_1 llevando a T_2 a la saturación. A continuación se descarga lentamente C_1 a través de R_{B_1}. En el instante t_2, cuando el transistor T_1 vuelve a conducir, se ha completado un ciclo de funcionamiento. La frecuencia de este oscilador puede variarse por mediación de R_{B_2}.

e) Elección del tipo de oscilador

De los cuatro tipos de osciladores, que hemos explicado, podríamos utilizar cualquiera de ellos, dependiendo de las exigencias que pidamos al circuito.

En el circuito con integrador Miller, la capacidad aparente viene dada por la ganancia G del amplificador, dado que ésta puede ser muy grande, la estabilidad y la linealidad es mucho mejor que los restantes, pero este segundo es un factor de relativa importancia, ya que como veremos no es perfectamente lineal la forma más correcta de atacar al paso de salida.

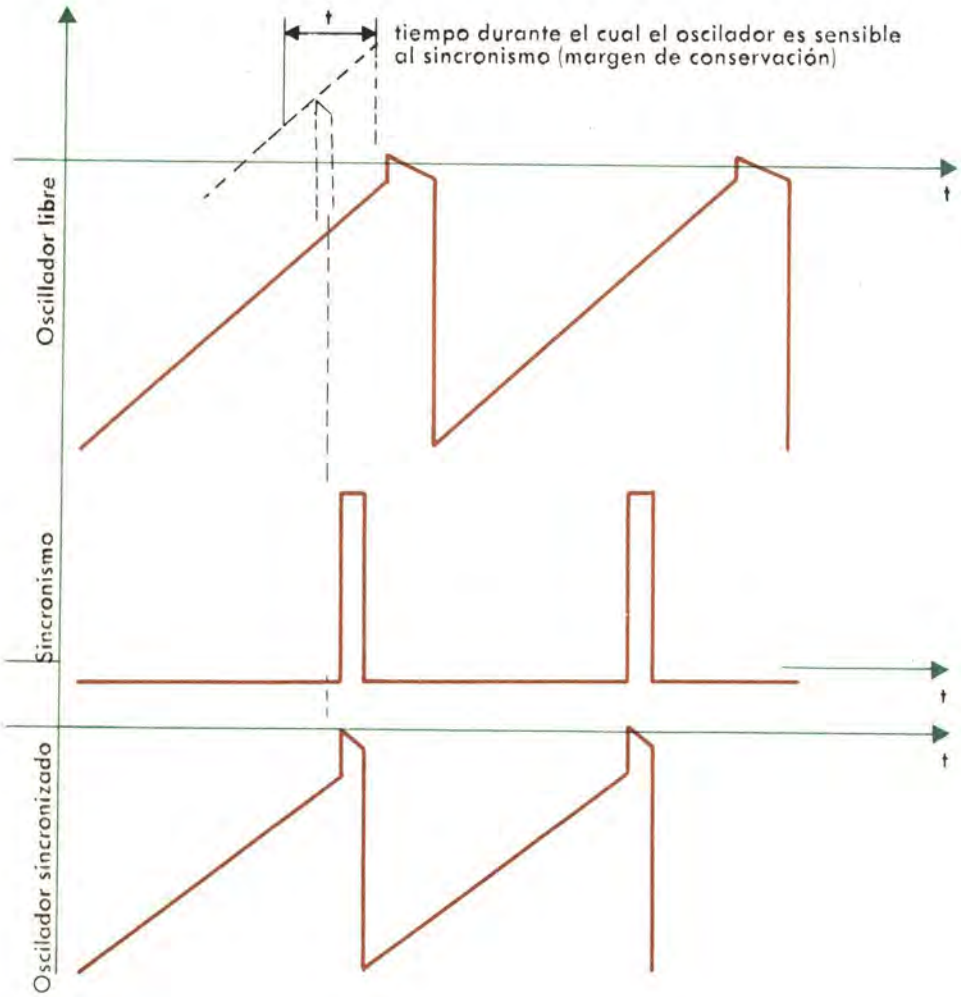


Figura 17. — Forma gráfica de sincronizar las señales de los dos tipos de generadores.

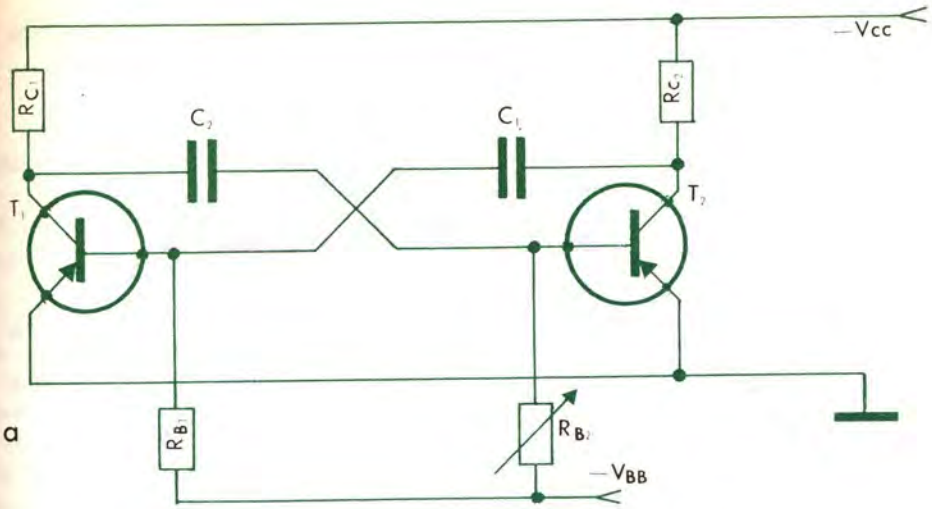
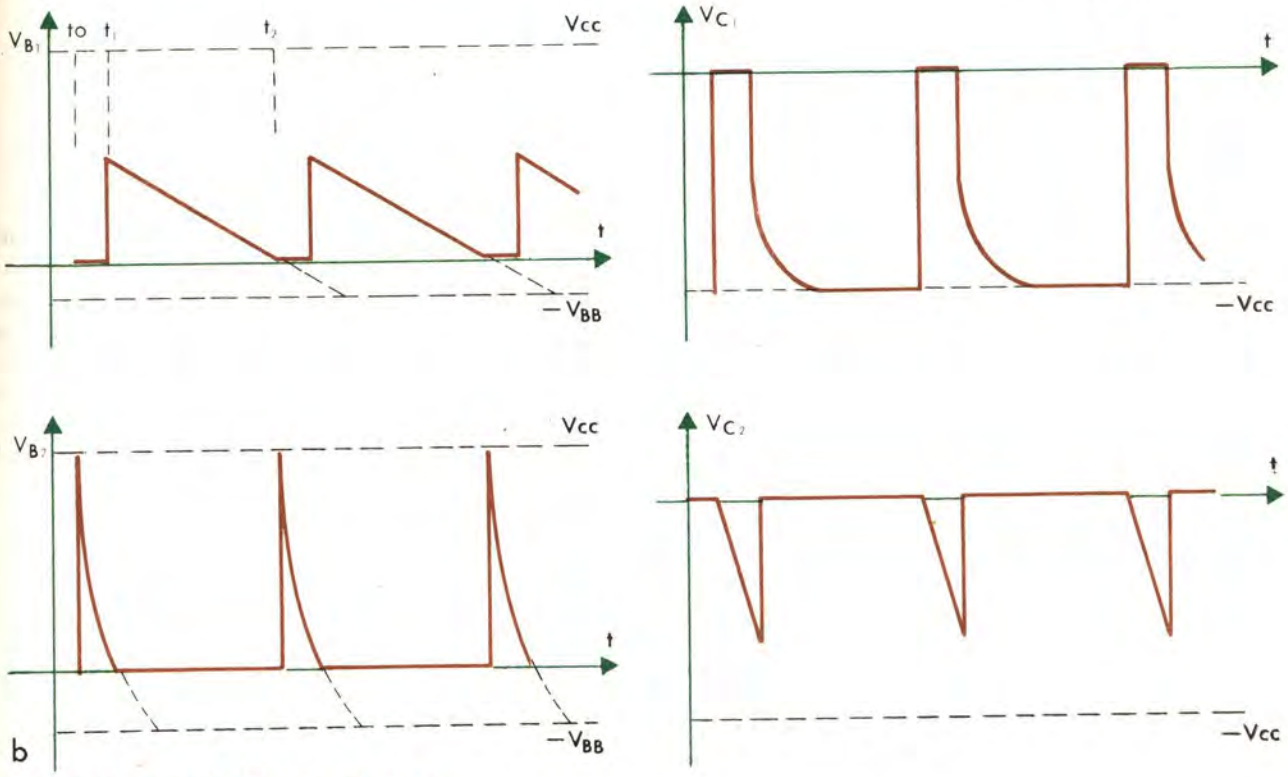


Figura 18. — Esquema de un circuito multivibrador que puede emplearse como generador de dientes de sierra.



ETAPAS AMPLIFICADORAS

La etapa final del circuito de desviación, encargada de suministrar la corriente de desviación, se estudiará más adelante. Ahora veremos con todo detalle cómo puede obtenerse la unión oscilador-etapa final.

En el empleo de las válvulas, la salida del oscilador puede ser suficiente para atacar directamente la etapa final, pero con transistores; tan sólo el oscilador de bloqueo es el que tiene una menor impedancia de salida y podría así suministrar una potencia superior a los demás, empleando un transistor adecuado. Un circuito de este tipo no puede tener una gran estabilidad. Por otra parte, la mejor forma de onda de la señal de ataque no es exactamente el diente de sierra lineal, y su conformación es difícil, lo cual reduce el margen de potencia disponible.

La figura 19 muestra dos montajes del posible amplificador a utilizar, bien sea emisor común o colector común. Debe emplearse estabilización de temperatura por medio de las clásicas redes de realimentación. Cuando la salida del oscilador sea muy pequeña habrá necesidad quizá de colocar dos pasos amplificadores.

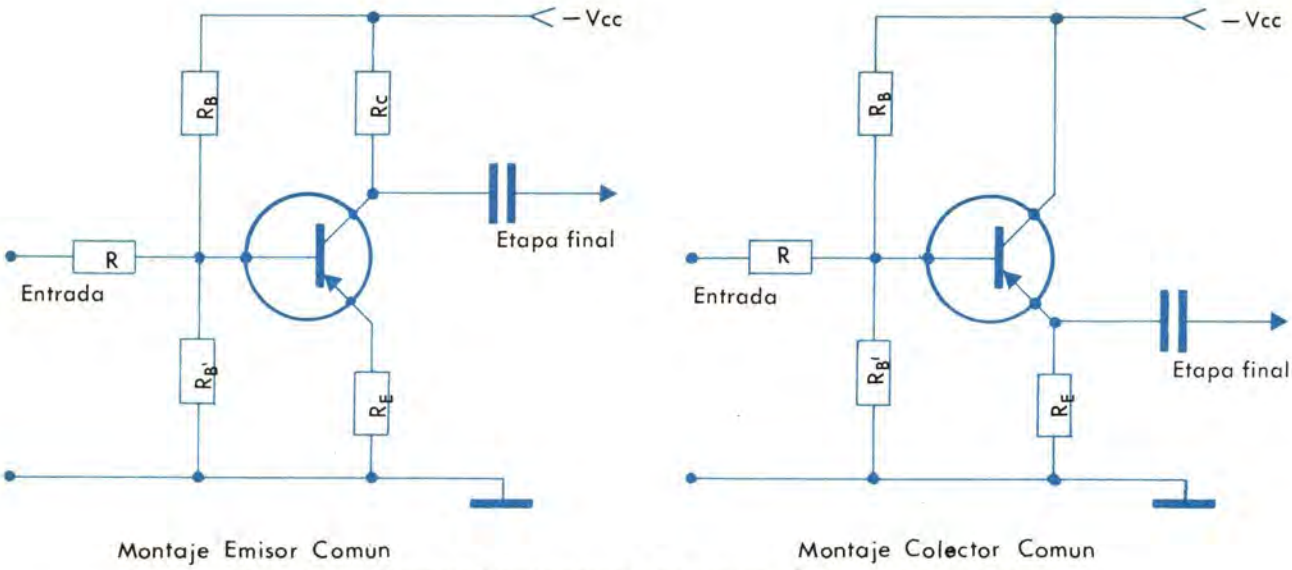


Figura 19. — Circuitos transistorizados que pueden emplearse como etapas de amplificación.

ETAPA FINAL

La realización de una bobina que tenga una gran relación $\frac{L}{R}$ con un buen rendimiento en las bajas frecuencias sería demasiado voluminosa. Dado que el volumen destinado a la bobina de cuadro es aproximadamente el mismo que el de bobina de línea, la constante $\frac{L}{R}$ es pequeña comparada con la duración del barrido. Por tanto, durante la parte activa de la exploración se comporta como una resistencia, cuya tensión en bornes viene dada por la expresión $v = R \cdot i$. Figura 20.

Siendo la corriente que aplicamos un diente de sierra (fig. 20) durante el período T_i, la tensión de la bobina deflectora será también lineal. Durante el retorno, que viene a ser de unas diez a veinte veces más rápido, la inductancia de la bobina adquiere importancia frente a la R, y la tensión en sus bornes vendrá ahora dada por la expresión

$$v = L \frac{di}{dt} = L \frac{I_{pp}}{T_r}$$

I_{pp} es pues la corriente pico a pico, necesaria para desviar, durante el retroceso, el punto luminoso de un extremo a otro. En la figura 20 puede verse la forma de esta tensión durante el retroceso (T_r). Esta etapa se puede también concepcionar de diversas formas, de las cuales vamos a estudiar las más utilizadas.

En principio podrían colocarse directamente las bobinas de desviación al ánodo de la válvula o al colector del transistor, pero ello tiene el grave inconveniente de producir en la unidad de desviación una componente continua, igual, por lo menos, a la mitad de la amplitud del diente de sierra, con lo que el punto luminoso quedaría descentrado en la pantalla, y daría lugar a una serie de correcciones que tan sólo motivarían una falta de estabilidad.

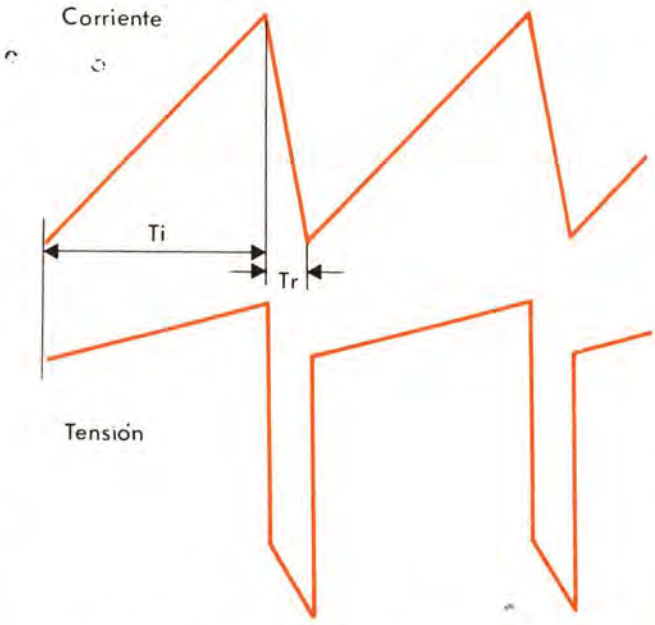


Figura 20. — Forma de onda de la tensión de retorno.

Diversas formas de conectar la etapa de salida

Tanto si el montaje se realiza a válvulas o transistores, en principio el concepto es el mismo.

En las figuras 21 y 22 se representan dos formas distintas de conectar el paso de salida, con sus circuitos equivalentes correspondientes.

Figura 21. Acoplamiento por transformador.

Figura 22. Acoplamiento por inductancia y condensador .

Veamos algo relacionado con los transformadores. Sabemos que la relación de transformación n viene dada por la expresión $n = N_1/N_2$, siendo N_1 y N_2 el número de espiras de primario y secundario respectivamente.

$$n = \frac{V_1}{V_2} = \frac{I_2}{I_1}.$$

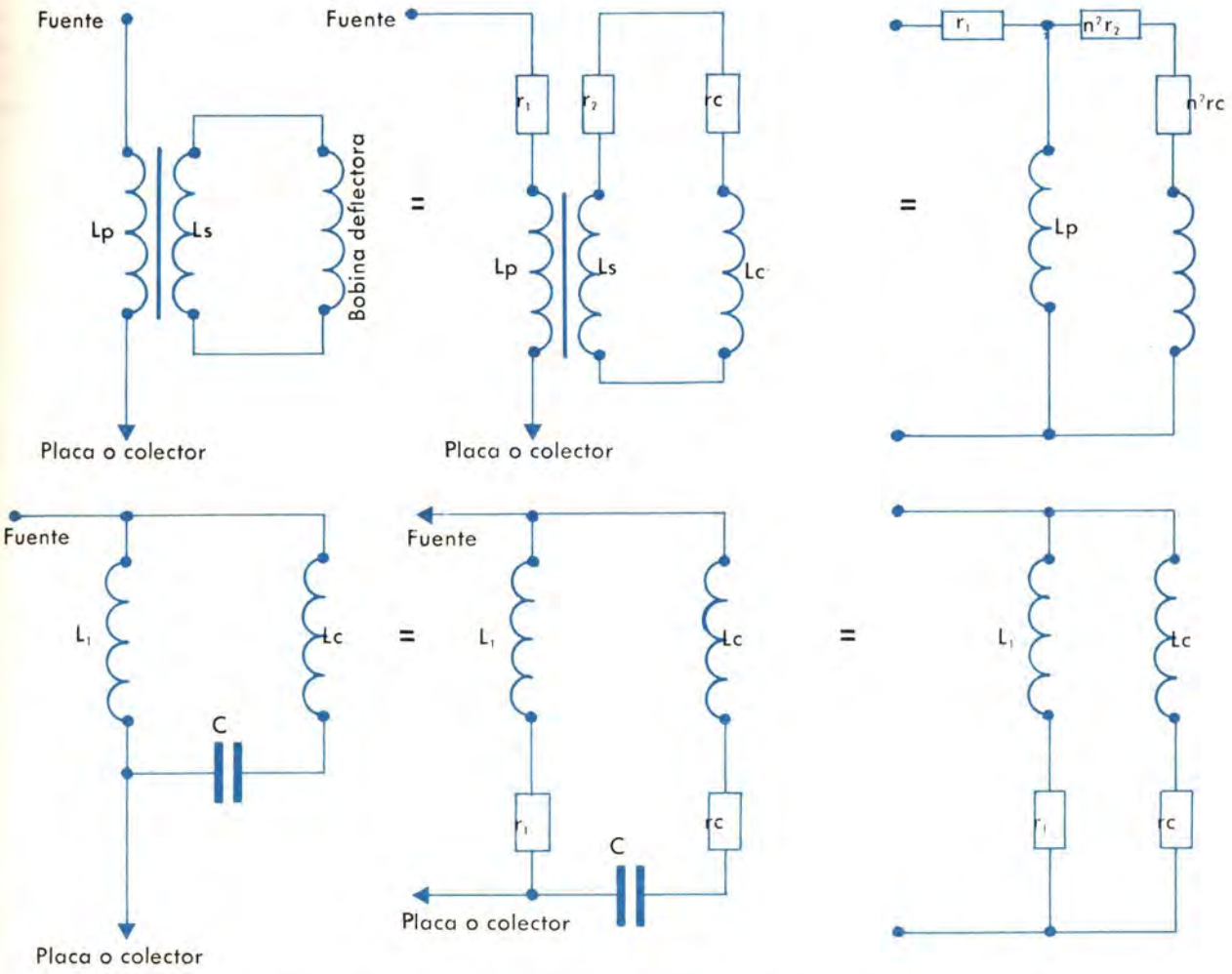
Si el secundario se carga con impedancia Z, $I_2 = \frac{V_2}{Z}$, la corriente primaria será $I_1 = I_2/n =$

$= \frac{V_2}{Zn}$ y también $V_2 = V_1/n$, de donde $I_1 = \frac{V_1}{Zn}$

de ello se deduce que la impedancia Z_p reflejada sobre el primario viene dada por la expresión: $Z_p = n^2Z$.

Observando la figura 21 y la figura 22, los circuitos equivalentes están obtenidos de esta forma teniendo en cuenta los elementos parásitos.

Supongamos que los elementos parásitos, así como la inductancia de la bobina de desviación L_p, son despreciables. En los dos circuitos dibujados anteriormente podemos decir que es equivalente a la figura 23. R es la resistencia de las bobinas de desviación y L, la inductancia del primario.



Figuras 21 y 22. — Diversas formas de conexionar la etapa de salida.

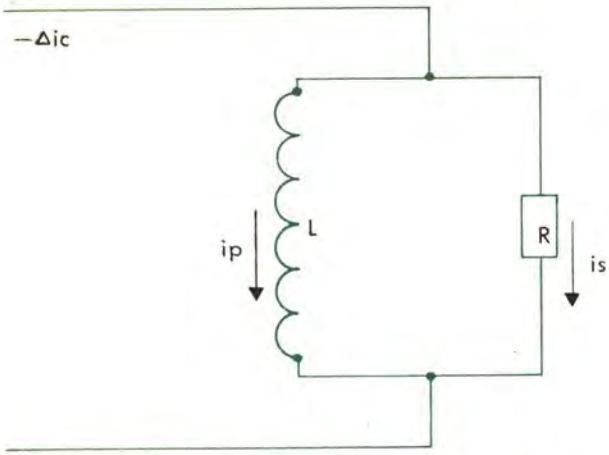


Figura 23. — Circuito equivalente a la bobina de deflexión vertical del yugo.

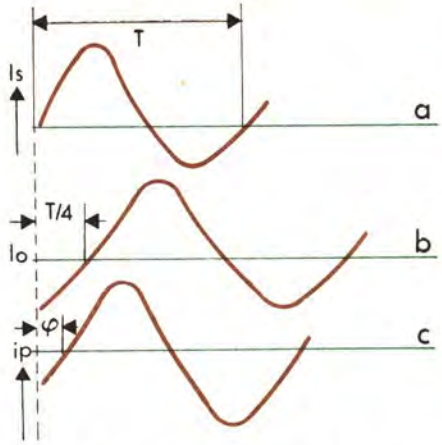


Figura 24. — Desplazamiento en grados con respecto a la carga del secundario.

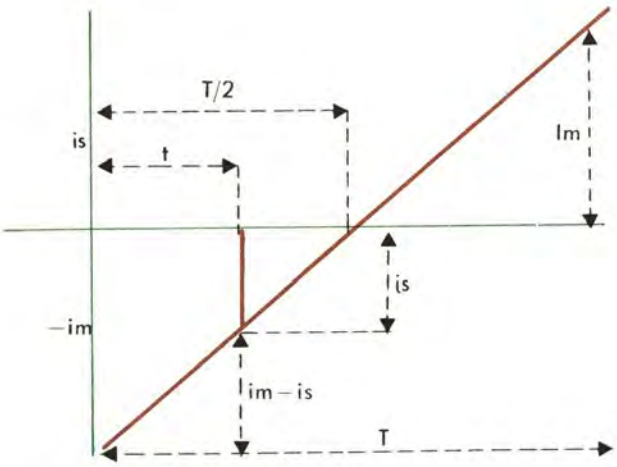


Figura 25. — Gráfica de la tensión obtenida en los bornes de la bobina mientras dura la exploración de la imagen.

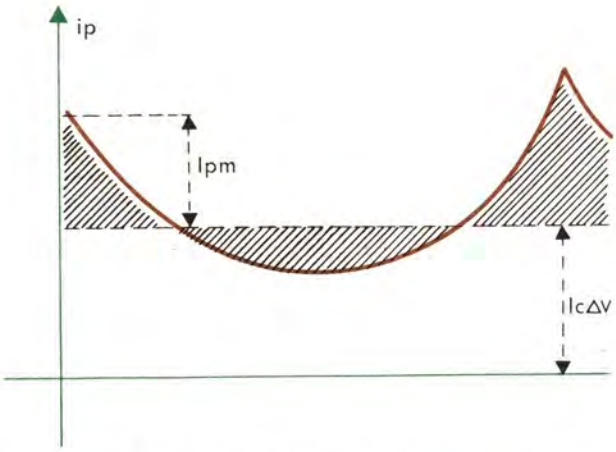


Figura 26. — Forma de la onda obtenida en el primario de la bobina.

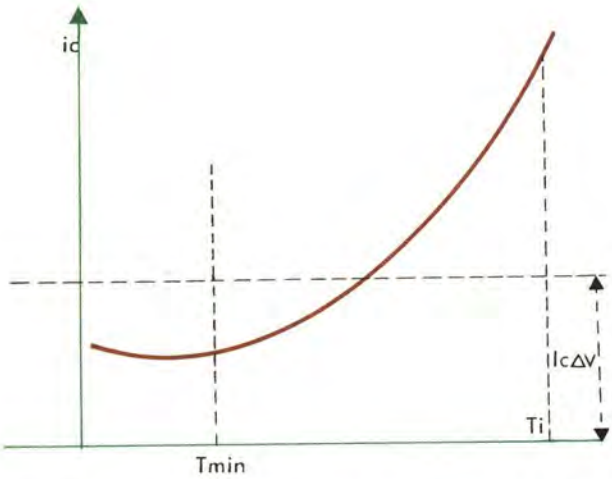


Figura 27. — Curva total de la tensión aplicada en el primario.

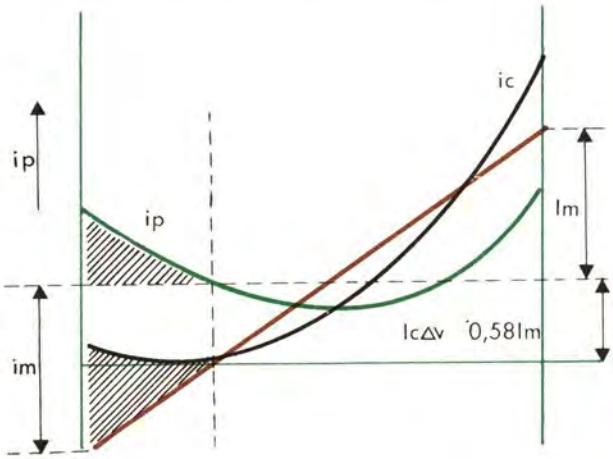


Figura 28. — Economización de corriente de la parte inferior del diente de sierra.

Como hemos dicho anteriormente, y en primera aproximación, sabemos que la corriente que debe pasar por las bobinas de desviación vertical ha de ser una en diente de sierra; por tanto, la corriente i_s, será un diente de sierra, y la tensión en bornes de la bobina, durante la exploración de la imagen, vendrá dada por la expresión:

$V_s = i_s \cdot R_s$, representada en la figura 25.

En principio, si el transformador fuese ideal, podríamos asegurar que si la corriente en el secundario es un diente de sierra, la corriente en el primario (de ánodo o de colector) será también un diente de sierra.

Ahora bien, sabemos, por otra parte, que todos los transformadores poseen una corriente magnetizante, es decir, si suponemos que el secundario está en circuito abierto (sin bobinas de desviación), la corriente en el primario no es nula, sino que tiene un valor determinado I_0, el cual sirve para la magnetización del núcleo. En el supuesto de que la tensión que aplicamos al primario del transformador fuese senoidal (fig. 24 a), sabemos que la corriente magnetizante será de la misma forma, pero desplazada T/4 períodos (fig. 24 b). Esto repercute tan sólo en que la corriente total está desplazada φ grados con respecto a la carga colocada en el secundario (fig. 24 c).

En el caso que nos ocupa, la corriente en la carga y en diente de sierra y la corriente magnetizante tienen una forma parabólica. En el circuito equivalente de la figura 23 puede comprenderse fácilmente, deduciendo la corriente i_p que pasa por el primario. Para más detalle veamos la explicación al final del capítulo «Funcionamiento de la etapa de salida». La figura 26 representa la forma de onda de la corriente sobre la bobina del primario, la cual viene dada por la expresión:

$$i_p = I_c \Delta V \frac{I_m}{6\lambda} \left(\frac{1}{2} - \frac{6\varphi^2}{4}\right)$$

siendo $\lambda = \dfrac{L}{RT}$ y $\varphi = \dfrac{2t - 1}{T}$, y $I_c \Delta V$ la corriente media de ánodo o colector cuando no hay barrido.

Para valores grandes de L ($\dfrac{L'}{R} > T$), la componente alterna parabólica se hace pequeña.

Contrariamente, en el caso real ($\dfrac{L'}{R} < T$), I_{pm} puede ser del mismo orden que la amplitud máxima de la corriente en diente de sierra I_m de las bobinas deflectoras, y la forma de corriente de ánodo o de colector deberá ser muy distinta al diente de sierra clásico.

La figura 27 representa la curva total de primario (ánodo o colector) cuya ecuación es:

$$i_c = i_p + i_s.$$

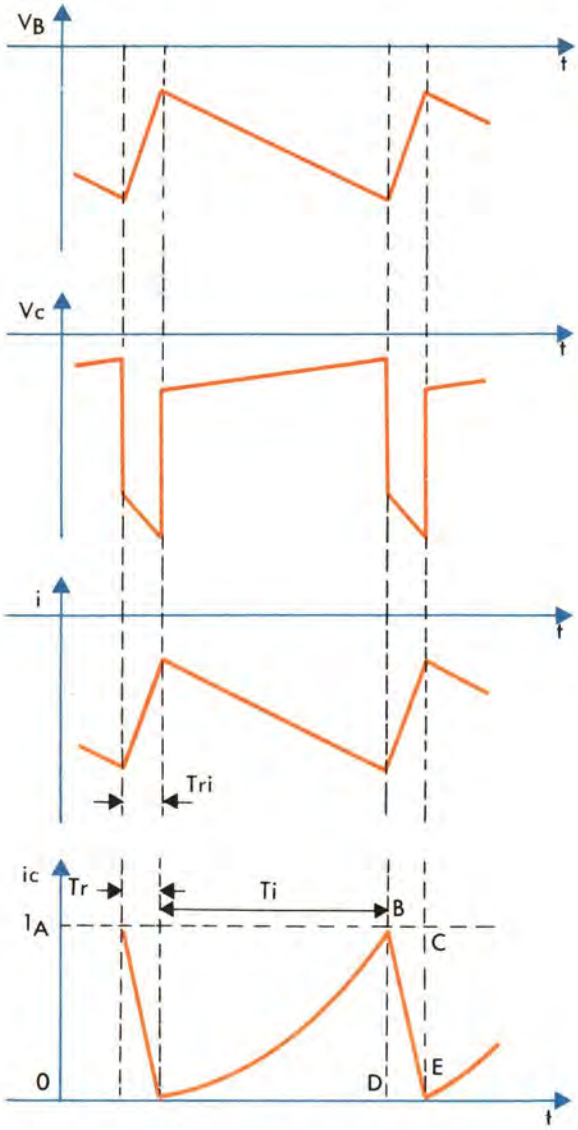
Obsérvese que dicha curva tiene un mínimo en t_{min}. Si modificamos las polarizaciones de reja o de base, podemos conseguir un instante en que este mínimo de corriente (t_{min}) pasará por cero. En estas condiciones se puede demostrar (ver parte final) que este instante está situado a $t_{min} = 0{,}21 T_i$ y que la corriente media $I_c \Delta V$ es aproximadamente la mitad de I_m, necesaria en las bobinas deflectoras (fig. 28). Para más detalle, véase el último apartado «Funcionamiento de la etapa final».

Si el transformador fuera ideal, la corriente media de ánodo debería ser, por lo menos, igual a I_m. En cambio, haciendo que la corriente i_c pase por 0 en $t_{min} = 0{,}21\ T_i$, la corriente es mínima y vale, como hemos dicho $\simeq 0{,}58\ I_m$, lo cual demuestra que con ello se realiza una economía de corriente del 42 %. En la figura 28 puede verse que este ahorro se debe a que la corriente en la parte inferior del diente de sierra i_s, que circula por la bobina deflectora, no está dada por la válvula o el transistor, sino por el campo magnético de la inductancia o del transformador. Este tipo de funcionamiento se denomina «*Funcionamiento en corriente mínima media*».

En la figura 20 se ha representado la forma de la corriente y tensión de las bobinas deflectoras; préstese atención al impulso de retroceso. En el empleo de las válvulas, tan sólo debemos tener en cuenta que no sobrepase la hipérbola de disipación, y que, en caso de hacerlo, no sea muy marcada la diferencia; pero en el empleo de transistores, éste adquiere una mayor importancia, de forma que éste no rebase la tensión de avalancha del mismo. En la figura 29 se han representado las características de un transistor de potencia, que nos permite seguir el ciclo de funcionamiento. (Se podría haber hecho lo mismo con las características de salida de un pentodo.)

La parte activa de la exploración corresponde al trayecto AB. Si la sobretensión que aparece durante el retorno es inferior a la tensión de avalancha, el ciclo se cierra normalmente, sin peligro para el transistor, aunque el ciclo salga fuera de la hipérbola de saturación, pues es tan sólo durante muy poco tiempo; pero si rebasa la tensión de avalancha, puede ocurrir la destrucción del transistor.

Por otra parte, ocurre que las capacidades pa-



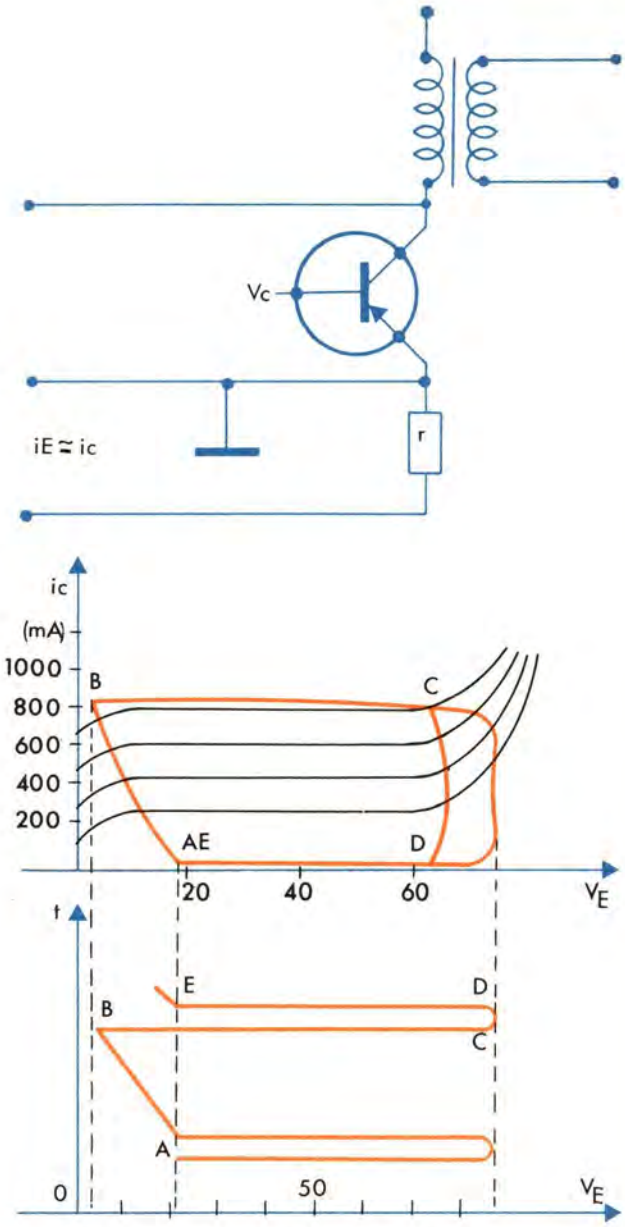


Figura 29. — Aplicación y características mediante el empleo en el circuito de un transistor de potencia.

rásitas, debido a los arrollamientos de las bobinas (fig. 30), forman en el primario un circuito oscilante, y debido a las bruscas variaciones de corriente se excita el circuito y motiva una serie de oscilaciones que se superponen al diente de sierra, provocando, como consecuencia, una deformación en los extremos de la pantalla.

En transistores, además, en régimen de avalancha, aparecen zonas de resistencia negativa que favorecen estas oscilaciones. Todo esto se evita amortiguando el primario, que puede hacerse: Según la figura 31 a, colocando una resistencia en serie con un condensador, o bien una VDR (más utilizado), elemento cuya resistencia disminuye cuando aumenta su tensión en los extremos. Esto reduce la amplitud del pico de tensión que se manifiesta durante el retroceso, lo cual permite por otra parte no tener que recurrir a aislamientos muy elevados, para los componentes del circuito.

En la figura 31 b puede verse claramente el efecto de la VDR sobre el ciclo completo, según el valor de la misma.

Observando la curva de corriente en la figura 29 puede verse que debido a las características del transistor no sería ni mucho menos lineal (sería lo mismo en el caso de trabajar con válvulas. Recuerde las curvas de salida del pentodo, bastante similares a las dibujadas a las correspondientes al transistor). Ya hemos visto que no tiene por qué serlo, ya que al diente de sierra de las bobinas deflectoras debe sumarse la componente parabó-

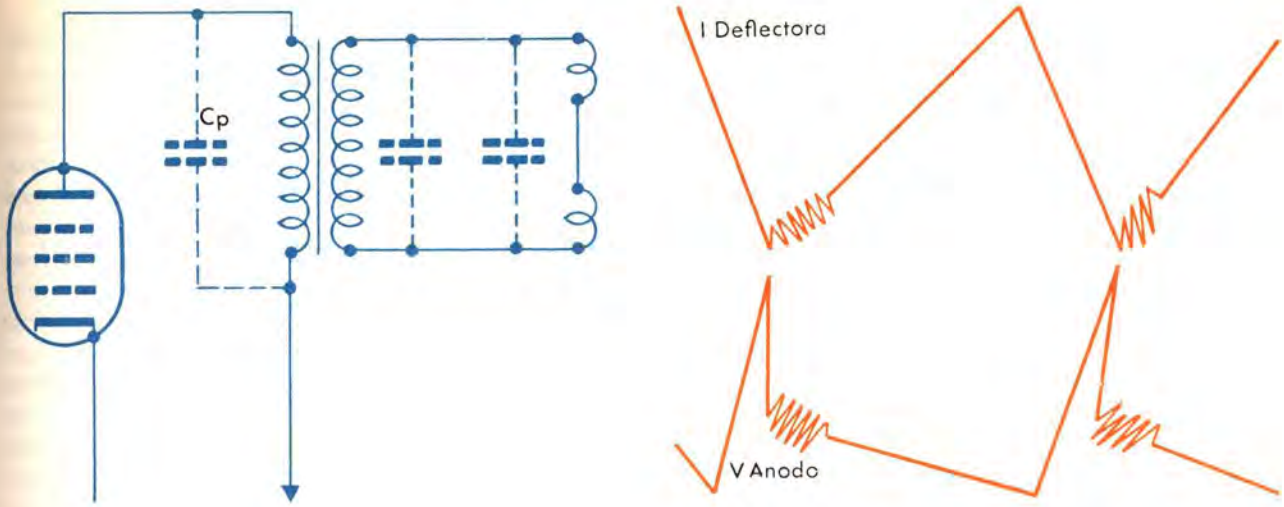


Figura 30. — Distorsión producida por las capacidades parásitas inducidas por las espiras de la bobina.

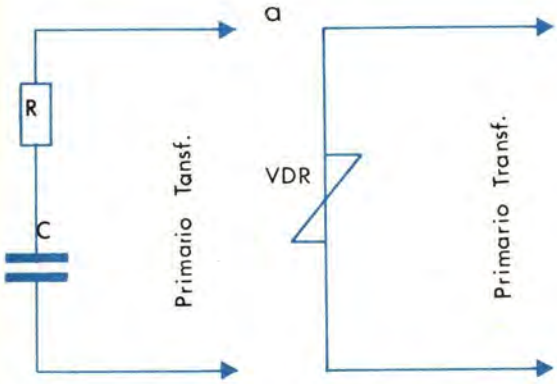
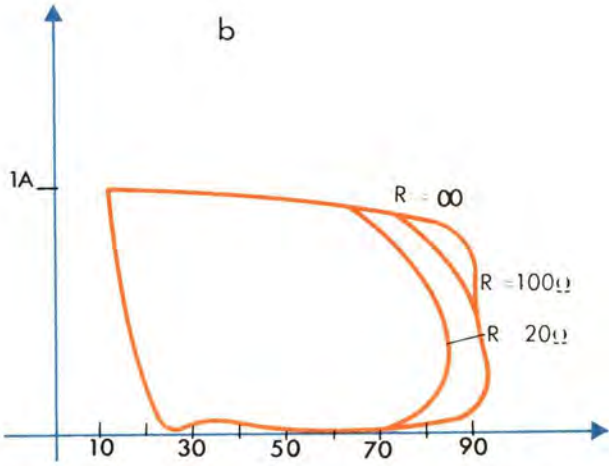


Figura 31. — Forma de evitar las capacidades parásitas mediante una resistencia, o mejor aún mediante una resistencia del tipo VDR.



lica del primario, que nos da la corriente total del ánodo o colector. Así, pues, esta falta de linealidad nos favorece.

Ahora bien, esto dependerá de las tolerancias que pueda haber entre una válvula y otra (o transistor), y además, por otra parte, sabemos que tampoco la corriente que circula por las bobinas deflectoras debe ser lineal, sino que debe tener una corrección en S, lo cual hace aumentar más la componente parabólica del primario.

CIRCUITOS DE CORRECCION

Hemos visto que la forma de la corriente difiere sensiblemente del diente de sierra perfecto; por tanto, la forma de ataque al paso de salida debe tener una forma idéntica a la variación de corriente.

Este resultado se obtendrá superponiendo al diente de sierra del generador una tensión parabólica, obtenida por medio de redes RC, incluidas en la cadena de amplificación, o bien por realimentaciones selectivas.

En las figuras 32 a y 32 b se muestran dos dientes RC utilizables, con las formas de onda resultantes. Es difícil calcular el valor adecuado de estos elementos, para la «puesta en forma» de una señal en los circuitos de barrido de cuadro, debido a:

a) La no linealidad del diente de sierra inicial del generador.

b) La no linealidad de las características del transistor o válvula utilizada.

c) La necesidad de obtener una corriente de

barrido que tenga un cierto porcentaje de deformación en S, a fin de compensar el efecto producido por la curvatura de la pantalla del tubo de imagen.

Generalmente se dejan varios elementos (ajustes de linealidad), de forma que pueden ajustarse observando en la pantalla la señal procedente de una mira.

Otro sistema bastante utilizado es el de colocar un condensador en paralelo con la resistencia de polarización (que puede ser un potenciómetro), de tal forma que la constante RC no sea suficientemente elevada; en estas condiciones la tensión que existirá en los bornes de R_k (ya que no estará suficientemente desacoplada) tendrá una forma parabólica. Podemos aprovecharla si parte de ésta la realimentamos a la entrada, sumándola al diente de sierra del oscilador.

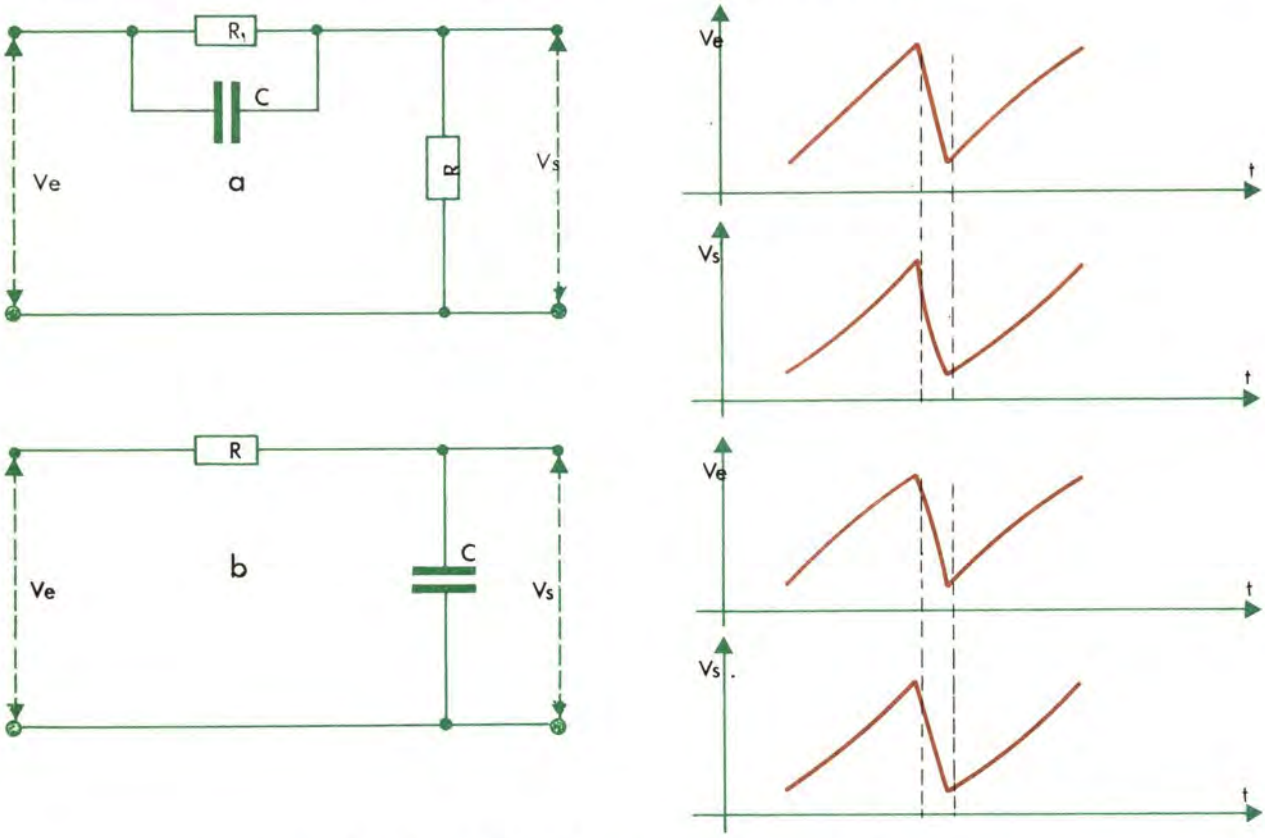


Figura 32. — Formas de onda características, resultantes de los dientes RC.

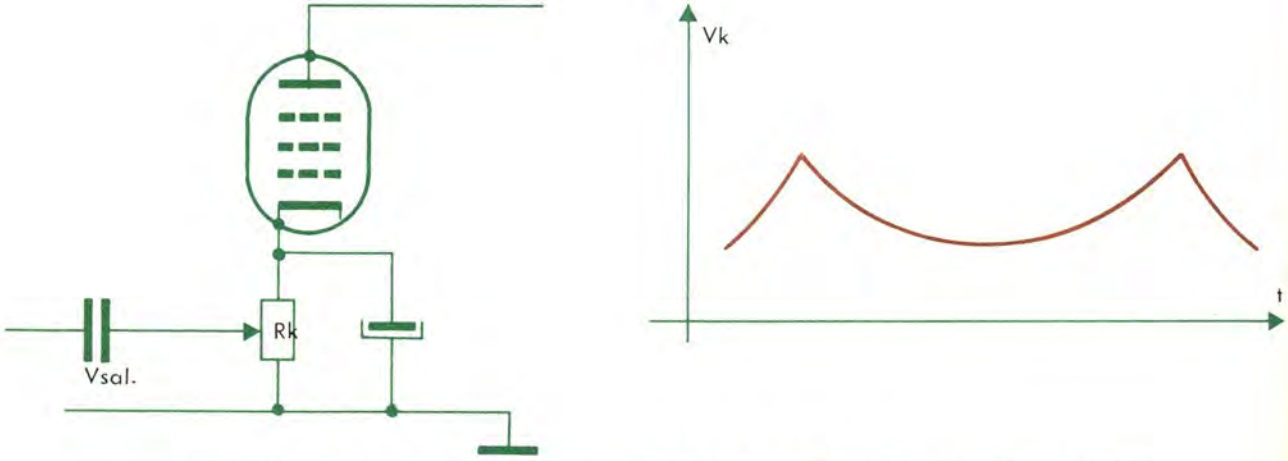


Figura 33. — Variante del circuito anterior en el cual se incluye un condensador en serie con el potenciómetro de polarización del cátodo.

Una vez visto el funcionamiento de la etapa de salida podemos ya representar en las figuras 34 y 35 dos esquemas de deflexión vertical y que a continuación describimos.

Podemos elegir cualquier tipo de oscilador y cualquier tipo de la etapa de salida. Para mayor entendimiento hemos elegido un circuito transistorizado con un oscilador integrador Miller y una etapa final con acoplamiento por capacidad y un circuito de válvulas con oscilador de bloqueo y etapa final con acoplamiento por transformador, pero hay que aclarar que tanto si es el circuito transistorizado como de válvulas puede utilizarse independientemente cualquier tipo de oscilador o forma de acoplo de salida.

La figura 34 representa un circuito transistorizado.

T_{r1} es el transistor que funciona como integrador Miller.

T_{r2} funciona como interruptor.

T_{r3} como amplificador; emisor común.

T_{r4} como colector común.

T_{r5} como transistor de salida.

P_1 → Ajuste de frecuencia.

P_2 → Ajuste de amplitud.

P_3 C_R → Realimentación P_3, ajuste linealidad.

R_1 R_2 → Resistencias para que el ajuste P_1 y P_2 no sea brusco.

$R_4R_5R_6R_7R_8R_9R_{10}R_{11}$ → Resistencias de polarización.

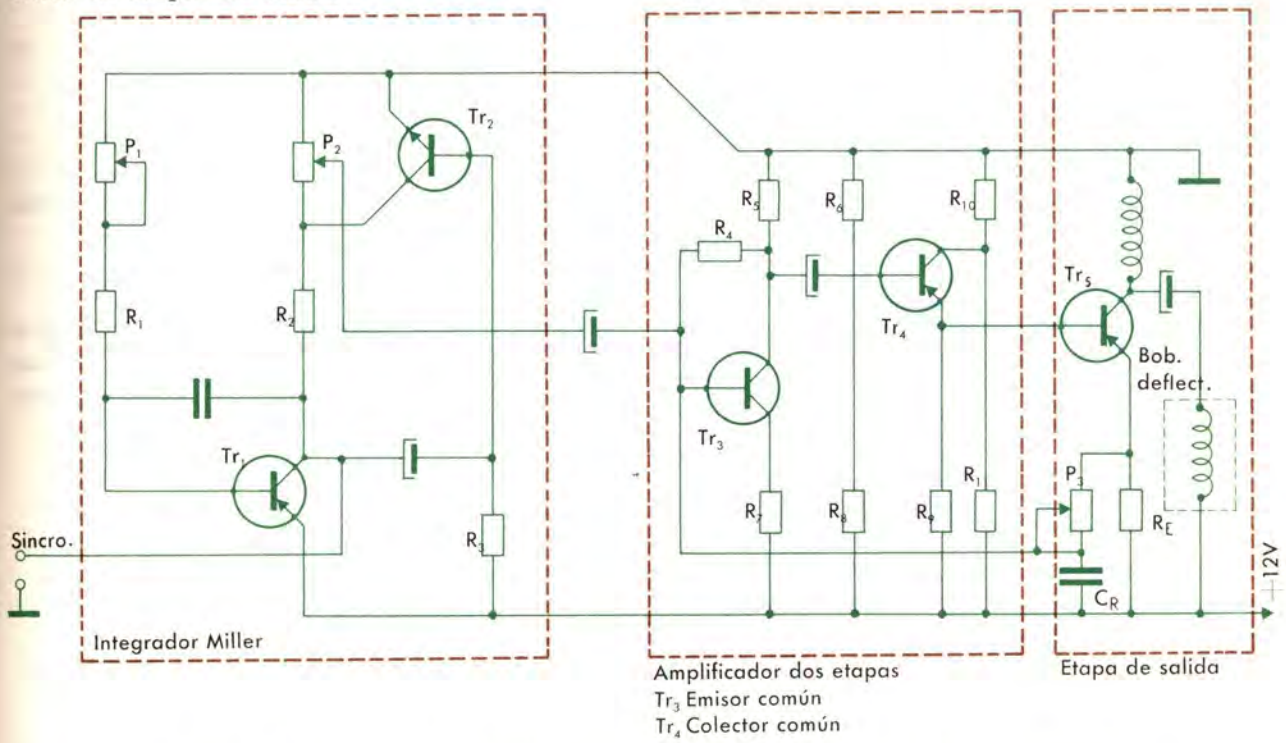


Figura 34. — Circuito de deflexión vertical que emplea transistores para su utilización.

Con este circuito se obtiene linealidad bastante buena, gracias al integrador Miller, que con la realimentación P_3 C_R se puede controlar; pero la tensión de salida es baja, y por ello se han colocado dos pasos amplificadores, emisor común y colector común respectivamente. La figura 35 representa un circuito de válvulas.

V_{1a} y V_{1b} funcionan como oscilador de bloqueo igual al estudiado en su apartado *b* (fig. 10) y V_2 como válvula de salida.

P_1 → Ajuste de frecuencia.

P_2 → Ajuste de amplitud.

P_3 → Ajuste de linealidad.

C_2 y C_g → Amortiguamiento de las oscilaciones parásitas.

R_2 y R_3 → Resistencias en serie con los ajustes para que éstos no sean tan bruscos.

El sincronismo del circuito de la figura 34 se realiza aplicándolo al colector del mismo con polaridad positiva; el de la figura 35, aplicando impulsos de polaridad positiva a la reja, o negativa del ánodo. A continuación haremos un estudio sobre las condiciones que debe satisfacer dicho impulso y forma de obtenerlo.

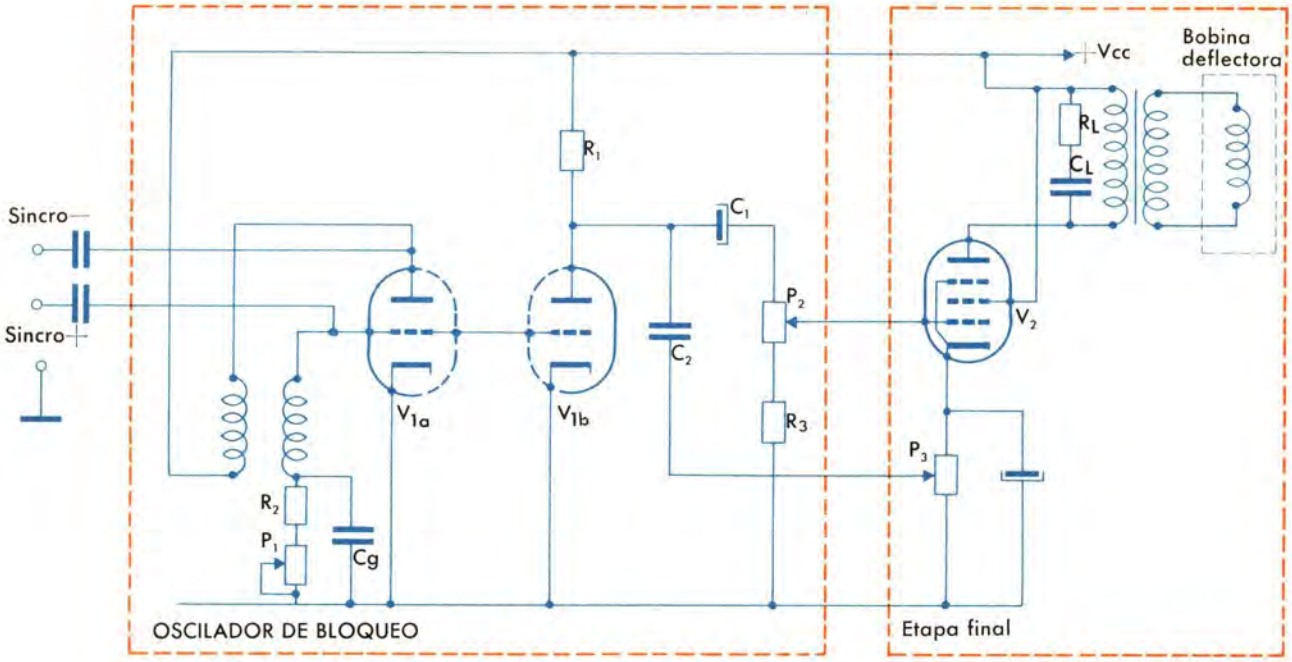


Figura 35. — Circuito de deflexión vertical de válvulas.

SINCRONISMOS

Sabemos que de la separadora de sincronismos tenemos los de línea y cuadro juntos por lo que éstos, se comprende fácilmente, no pueden aplicarse directamente al oscilador. Es necesario separarlos de los de línea; ello trae una serie de problemas e inconvenientes que procuraremos sean los menos posibles, y que vamos a estudiar a continuación.

SEPARACION DE LA SEÑAL DE SINCRONISMO VERTICAL

Como la señal de sincronismo total, ya separada por el separador de sincronismos, tiene una amplitud constante no se puede separar éste de los de línea por un simple limitador de amplitud, tal y como se hizo para el total. Para éste es preciso utilizar un circuito integrador o bien un diferenciador. Estudiaremos el primer caso que es el más utilizado. Como se representa en la figura 36, éste consta de una resistencia y de un condensador, en el que:

Supongamos que $R \gg X_c$, de tal forma que $R/X_c \simeq R$. Entonces la corriente i, del circuito vale:

$$i = \frac{V_e}{R}.$$

La tensión en bornes del condensador será:

$$dV_c = \frac{dQ}{C} = \frac{i\,dt}{C} = \frac{V_e\,dt}{RC},$$

por lo que:

$$V_c = \frac{1}{RC} \int V_e\,dt = \frac{1}{T} \int V_e\,dt$$

Supongamos que a este circuito le aplicamos una señal de sincronismo procedente del separador. Entonces los impulsos de línea son de una duración muy corta (5,75 μs, según normas CCIR), por lo que comunican una débil carga al condensador que (duración de un período de línea 64 μs) es lo suficientemente larga como para que esta débil carga se descargue con rapidez.

Por lo contrario, durante el tiempo en que la red integradora está atacada por los impulsos de sincronismo de cuadro, el tiempo de carga, impulsos anchos (262 μs), es más ancho que el de descarga, impulsos invertidos (5,75 μs); como consecuencia se rompe el equilibrio y la tensión en bornes del condensador aumenta.

Al final de los impulsos, la tensión a la salida es mayor que durante los impulsos de línea. Una vez finalizado el impulso de cuadro, el período de descarga es más largo que el de carga, y como consecuencia la tensión disminuye rápidamente hasta que se restablece otra vez el equilibrio inicial. Así, pues, aparece una tensión durante el impulso de cuadro, que puede realizarse para sincronizar el generador de barrido correspondiente.

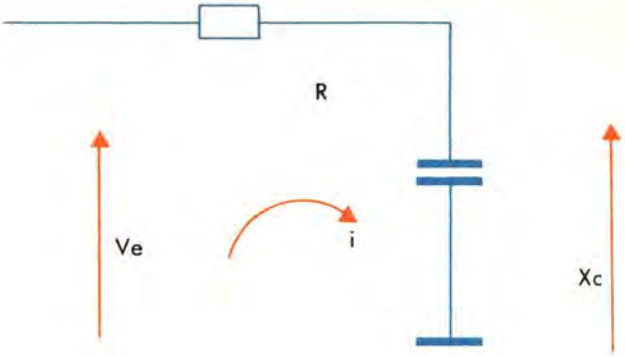


Figura 36. — Circuito integrador simple que utiliza una resistencia y un condensador.

NECESIDAD DE LOS IMPULSOS DE IGUALACION Y PREIGUALACION

Supongamos que los impulsos de igualación no existan. El impulso de cuadro empieza al final de una línea o bien a la mitad, según corresponda al impulso par o al impar. La amplitud del impulso de sincronismo vertical integrado será alternativamente algo mayor o algo menor, ya que, en el momento de iniciarse el impulso de cuadro, la tensión inicial será distinta en un caso y en el otro. En la figura 37 puede apreciarse dicho fenómeno.

Supongamos que el sincronismo se realice al nivel de señal a-a; la diferencia de fase, producida por el sincronismo par e impar, motiva un intervalo desigual entre los instantes iniciales sucesivos del retorno de desviación vertical. Esto se aprecia en la figura 38. Si el sincronismo se realiza en a-a, la diferencia de fase Δ t motiva un defase 2 Δ t, entre cada dos impulsos como consecuencia que uno de los cuadros contiene más de 312,5 líneas, y el otro menos de 312,5 líneas. El entrelazado no se produce correctamente, ya que las líneas que componen el cuadro par y las que integran el cuadro impar no están

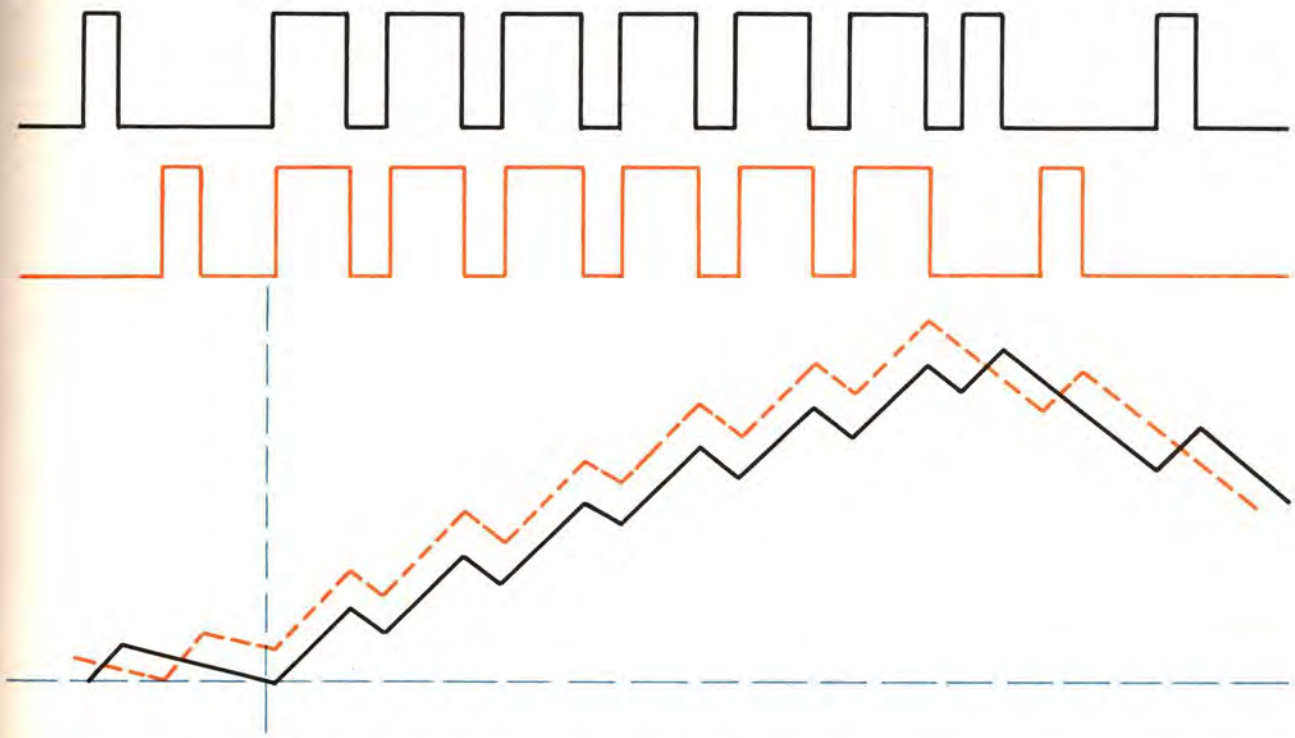


Figura 37. — Representación gráfica del efecto de los impulsos de igualación.

equidistantes. Este fenómeno se denomina «pareado» de líneas. Por otra parte, si el sincronismo se produce en el nivel a'-a', el pareado es más acusado. Esto se debe a las «muescas» presentes en la señal integrada. Por tanto, existe la necesidad de colocar no un solo circuito integrador, sino varios, y procurando siempre que el nivel de sincronismo esté fuera de estas muescas.

En el caso hipotético que Δ t sea exactamente la mitad de una línea, o un múltiplo impar, un cuadro tendrá 313 líneas y el otro 312, por lo que el pareado será completo, es decir, las líneas de los dos cuadros quedarán superpuestas. En la pantalla no veremos 625 líneas, sino 313. Llamaremos defecto de entrelazado a la relación Δ t/L, siendo L el tiempo entre dos impulsos correspondientes de línea.

En la figura 39 puede verse que éste viene dado por la relación $1/2\text{-}t_1/t_2$, siempre que la constante de tiempo pueda considerarse lineal. En la figura 40 se ha trazado en A las curvas Δ t/L en función de la constante de tiempo T del integrador. En ésta se ve que para conseguir que el pareado sea escaso es preciso que la constante de tiempo sea muy pequeña, del orden de 1/4 el período de línea. Con esta constante tan pequeña la supresión de los componentes de ruido en la señal de sincronismo de cuadro integrada es mucho menor de lo que teóricamente hubiese sido posible en la frecuencia relativamente baja, como es la del cuadro.

$$\Delta t\, t_1 = m/a = \tfrac{1}{2} L^2/t^2$$

$$\Delta t/L = \tfrac{1}{2}\, t_1/t_2$$

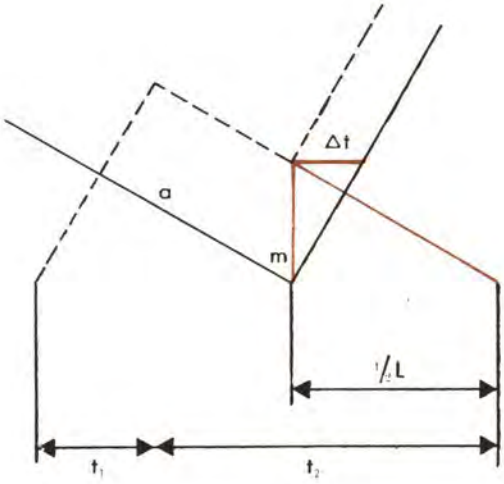


Figura 39. — Gráfico demostrativo de que cuando la constante de tiempo es lineal, se cumple la relación 1/2 t_1/t_2.

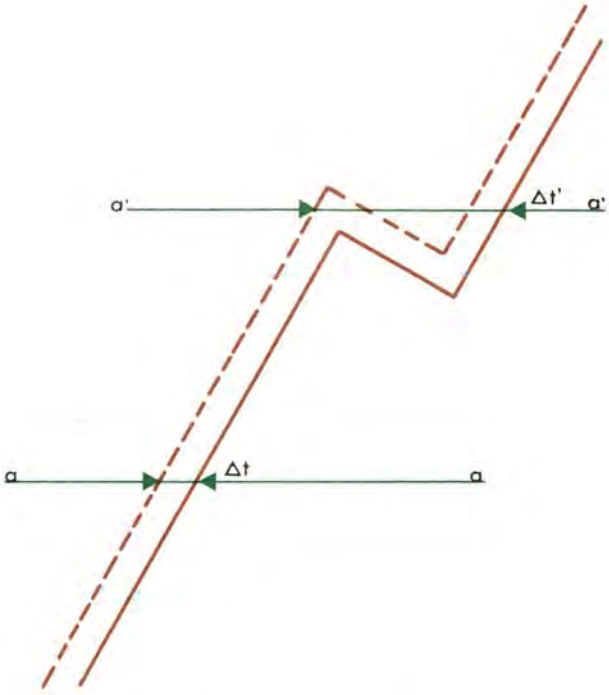


Figura 38. — La diferencia de fase que produce un sincronismo par o impar crea un intervalo desigual entre los instantes iniciales.

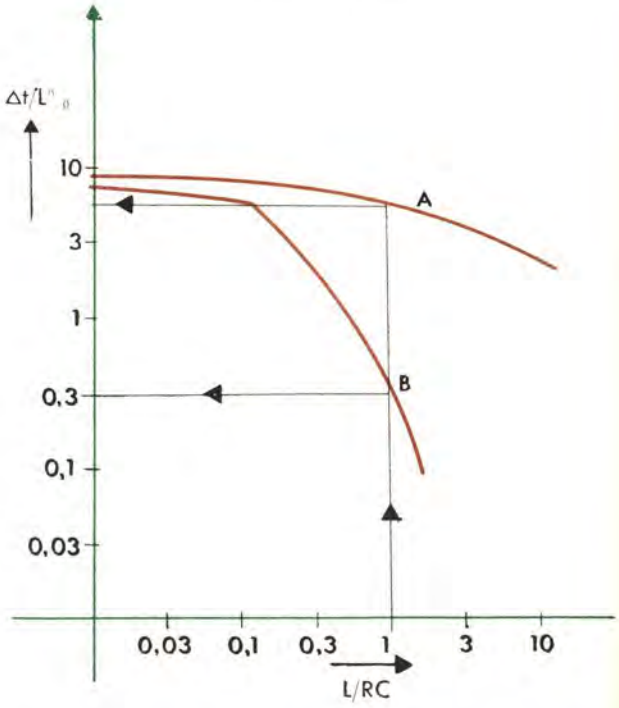


Figura 40. — Cuando la constante es muy pequeña, la supresión de ruido en la señal de sincronismo de cuadro es muy escasa.

Por estas razones se han introducido en el cuadro períodos de espera de 3L y 2,5L respectivamente (período de igualación y preigualación), de tal forma que la carga del condensador de integración, diferente para un cuadro par o impar, puede desaparecer de modo que la integración de la señal de sincronismo de cuadro comience a un nivel casi igual en los dos casos.

Para no perturbar la continuidad de los impulsos de línea, el intervalo de igualación se llena con impulsos cuya frecuencia es doble de la de la línea (impulsos de igualación), y de una duración mitad a los de línea, con lo que no se produce ninguna alteración del valor medio de la señal durante el intervalo de igualación. Así, pues, la acción igualadora no proviene de estos impulsos de frecuencia doble y duración mitad de los de la línea, sino de la duración del intervalo de igualación.

En la figura 40, curva B, puede verse el defecto de entrelazado cuando están los impulsos de igualación y preigualación.

Suponiendo RC = L, para un defecto de 4,95 % que teníamos sin impulsos de igualación, ahora se nos convierte en un 0,3 %, lo cual es francamente inapreciable.

INTEGRACION MULTIPLE

Hemos visto que los impulsos invertidos de cuadro, para mantener la continuidad del sincronismo de línea provocan muescas en el sincronismo de cuadro integrado, las cuales pueden causar saltos inadmisibles del instante de sincronismo.

Con el fin de obtener una señal continua, sin muescas, se emplean varios circuitos integradores. Ver figura 41. Aún así, el sincronismo debe producirse a un nivel tal, que sea prácticamente imposible la existencia de muescas procedentes de los impulsos invertidos. El cálculo de éstos es exactamente igual que el estudiado para el simple: tan sólo habrá que tener en cuenta, en primer lugar, la carga que el segundo pueda ocasionar sobre el primero, y en segundo lugar, que cada paso integrador que se introduzca es un nuevo defase, y que, por lo tanto, provoca errores de tiempo cada vez mayores.

Cuando se estudie el sincronismo de oscilador vertical se verá la forma de conseguir que este defase sea menor, haciendo de este impulso integrado uno abrupto, que, por lo tanto, nos dará un error de fase mucho menor.

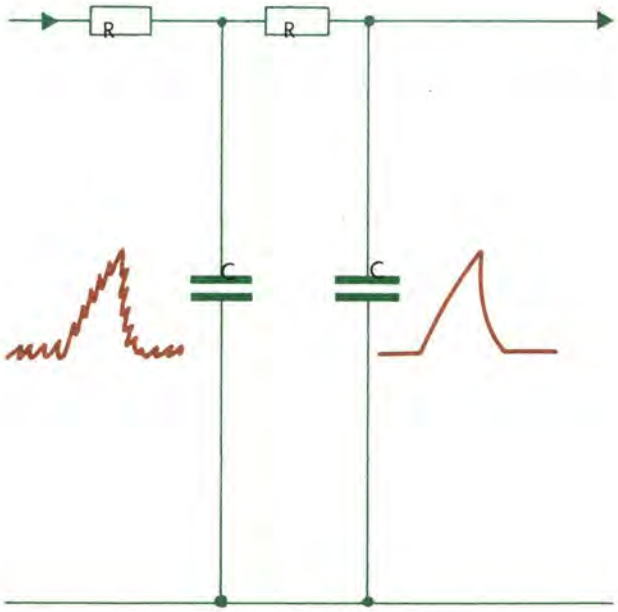


Figura 41. — Empleo de un circuito integrador múltiple para la obtención de señal sin distorsión (muescas en la forma de onda).

SINCRONISMO VERTICAL

Sincronismo por flanco. Cuando se separa el sincronismo vertical hay que dedicar especial atención a las constantes RC, ya que los intervalos existentes entre los instantes sucesivos de sincronismo serán diferentes; esto motiva que las duraciones de los cuadros impar y par serían diferentes produciéndose el pareado. Pero esto no es todo.

Supongamos que tenemos un inversor de ruidos y que dicho parásito coincide con el impulso de cuadro. ¿Cómo se porta el oscilador al no existir impulso de sincronismo en el cuadro? Dependerá de la frecuencia f_0 del oscilador y de la frecuencia f_1 del impulso recibido.

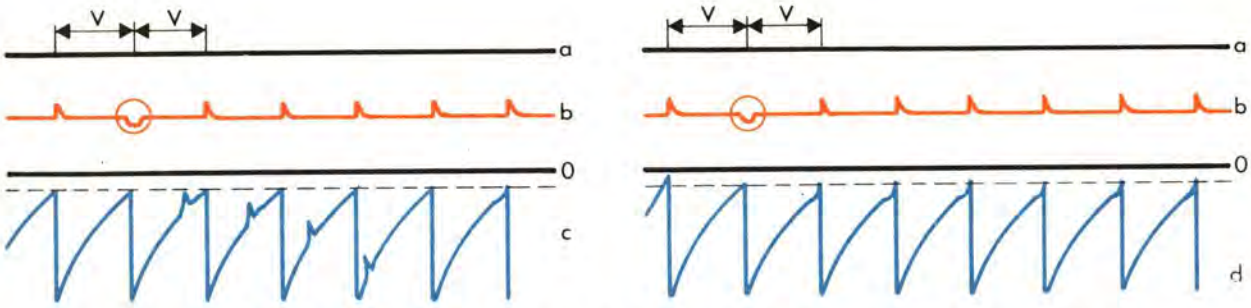
Al quedar suprimido un impulso de cuadro, el oscilador hará el retorno a su frecuencia de ajuste f_0. La imagen saltará durante un tiempo t hasta que vuelva a sincronizar. El desplazamiento será mayor cuanto menor sea la diferencia de frecuencia.

Transcurridos:

$$\frac{f_1}{f_1 - f_0} \text{ Hz}$$

períodos, volverá a sincronizarse con una diferencia de fase en la pantalla de

$$\frac{f_1 - f_0}{f_0}$$



Figuras 42 y 43. — Observe dos formas de representación del margen de conservación en función de la frecuencia del emisor.

Se entiende por margen de conservación el número de ciclos que es capaz de sincronizar el oscilador al variar la frecuencia del emisor f_1, una vez sincronizado.

a) Supongamos $f_1 - f_0$ grande. (Ver fig. 42.)

b) Supongamos $f_1 - f_0$ igual a la mitad del margen de conservación. (Ver fig. 43.)

Aunque hay un cuadro sin impulso la imagen no saltará, ya que en otro impulso volverá a sincronizar. Si no sincronizara, tardaría más tiempo en volver a sincronizar.

c) Supongamos que falten 2 impulsos de sincronismo; no saltará si $f_1 - f_0$ es del orden de 1/3 el margen de conservación.

$$f_1 - f_0 < 1/3 \text{ margen de conservación}$$

Así esta relación queda fijada, pero no tiene ningún valor absoluto.

$$\frac{f_1 - f_0}{\text{margen de conservación}} = \frac{1}{3}$$

La práctica demuestra que una diferencia de $f_1 - f_0$ del orden de 0,2 a 0,3 Hz es más que suficiente. Por tanto, según la expresión anterior, el margen de conservación será: (para $f_1 - f_0 = 0{,}25$).

$$0{,}25 \times 3 = 0{,}75 = \text{margen de conservación;}$$

la frecuencia del oscilador libre de cuadro será:

$$f_0 = f_1 - 0{,}25,$$

y el desplazamiento de fase,

$$\frac{f_1 - f_0}{f_0} = \frac{50 - 49{,}75}{49{,}75} = \frac{0{,}25}{49{,}75} = 0{,}005 \text{ veces}$$

Desplazamiento de fase = 0,5 % la altura de la imagen. Variaciones de f_1 del 0,05 Hz siempre se producen, y más también, por lo que para mantener la diferencia de 0,25 habría que retocar la frecuencia del oscilador cada vez que la frecuencia del emisor variara. Este sistema es molesto.

Sincronismo automático de cuadro

Al igual que se hizo con el sincronismo horizontal se puede mejorar con el sincronismo de efecto volante. Sin embargo, la práctica demuestra que la gran constante de tiempo entre el comparador de fase y el oscilador, necesaria para una buena supresión de los parásitos, origina toda clase de fenómenos lentos desagradables.

Se puede evitar este inconveniente ajustando el oscilador a una frecuencia f_0 y hacer por medio del comparador que ésta varíe a casi la frecuencia de recepción en cuanto nos llega un impulso de sincronismo, originando el enganche a un impulso directo.

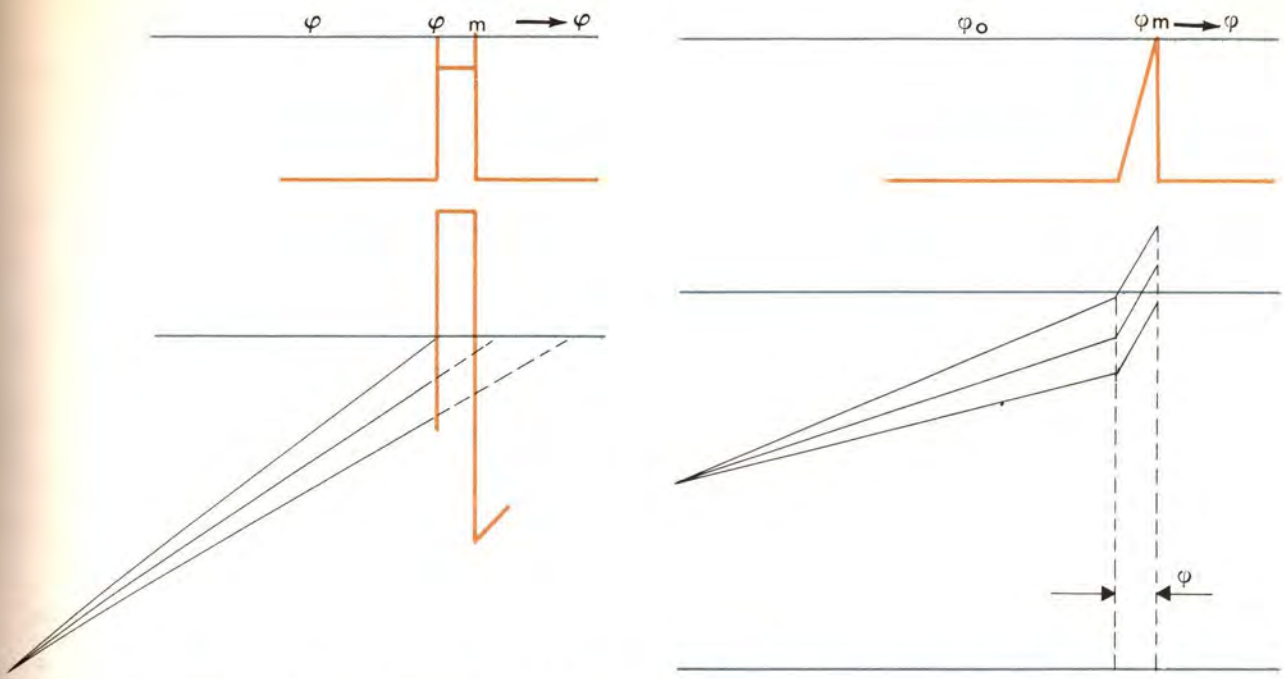
Llamemos f_2 a la frecuencia del oscilador, una vez modificada por el comparador. Si se desea que el sincronismo tenga lugar de una manera completamente automática, deberá elegirse el valor de la tensión de ajuste de manera que nos mantenga constante la diferencia $f_1 - f_2$. Si se utiliza un impulso de sincronismo de pendiente infinita, el defase no dependerá de la diferencia de $f_1 - f_2$. Ver figura 44; pero para deducir de un sistema de sincronismo directo una información concerniente a la relación entre $f_1 - f_2$ es preciso que el frente del impulso tenga una determinada pendiente, de manera que cada variación de $f_1 - f_2$ sea transformada en otra de fase. Ver figura 45.

Así, pues, ahora tendremos que:

$$\varphi\, n = \frac{1}{3}\, \varphi \text{ máx} \qquad f_1 - f_2 = 0{,}25 \text{ Hz}$$

$$\text{margen de conservación} = 0{,}75 \text{ Hz}$$

Supongamos que f_1 varíe de 50 Hz a 48 Hz; f_2 deberá variar de 49,75 Hz a 47,75 Hz, lo que no es posible más que si $\varphi = 0$, ya que el oscilador nunca sincronizará con un impulso de una frecuencia mayor. Por tanto, la frecuencia libre del oscilador debe ser menor de 47,75 Hz. Para tomar mayores márgenes de seguridad, debido a variaciones que puedan ocurrir por la temperatura, por envejecimiento o por variaciones de la tensión de alimentación, se elige una frecuencia de unos 45 Hz. Así se evita que el ángulo de fase sea cero.



Figuras 44 y 45. — Representación del empleo de un impulso de sincronismo de pendiente infinita para mantener constante f_1-f_2.

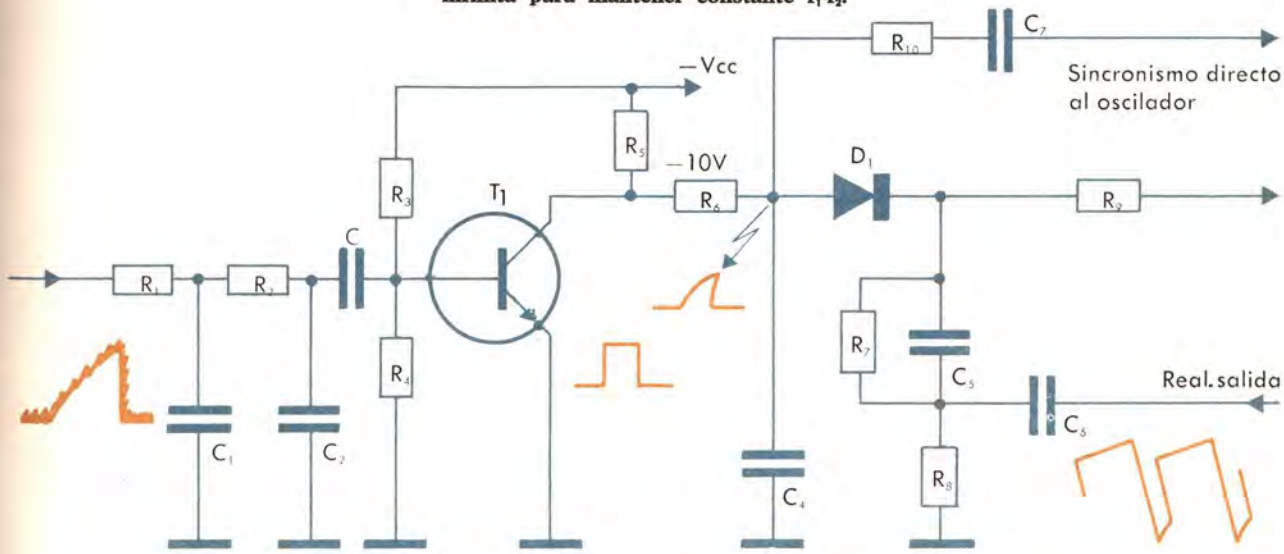


Figura 46. — Esquema del circuito básico para la obtención del sincronismo directo y comparador de fase.

Para una frecuencia de 45 Hz, el defase nominal de φ no varía; para variaciones de f_1 de 49,5 Hz a 50,5 Hz más que entre:

$$\frac{49{,}5 - 45}{50 - 45} = \frac{0{,}25}{0{,}75} = 0{,}3\ \%$$

$$\frac{50{,}5 - 45}{50 - 45} = \frac{0{,}25}{0{,}75} = 0{,}36\ \%$$

En la figura 46 puede verse un circuito que nos proporciona el sincronismo directo y el comparador de fase. Naturalmente, de la salida del separador de sincronismos podríamos, una vez integrado, aplicarlo directamente al oscilador, pero esto no daría ningún margen de seguridad ya que, como hemos visto anteriormente, el impulso integrado del cuadro tiene componentes de sincronismo de línea; esto podría provocar interferencias en el sincronismo de cuadro, de acuerdo a los de línea; por esta razón se ha colocado un transistor NPN. La base está polarizada en sentido de bloqueo por lo que cuando no haya impulso de sincronismo no habrá corriente de

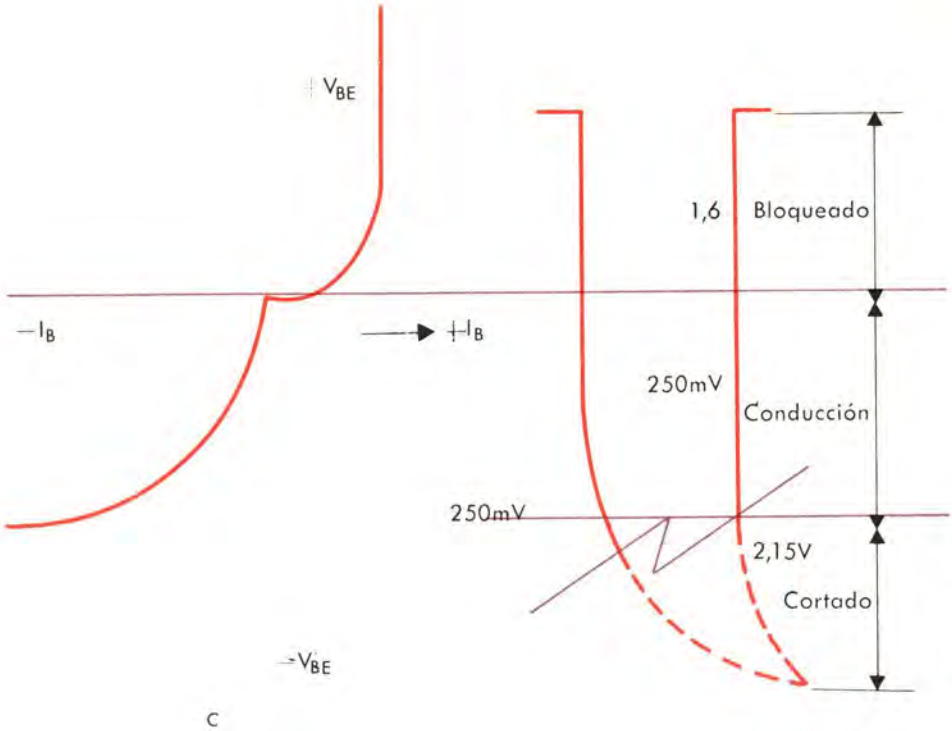


Figura 47. — Gráfico del comportamiento teórico producido al aplicar un impulso de sincronismo que procede del separador.

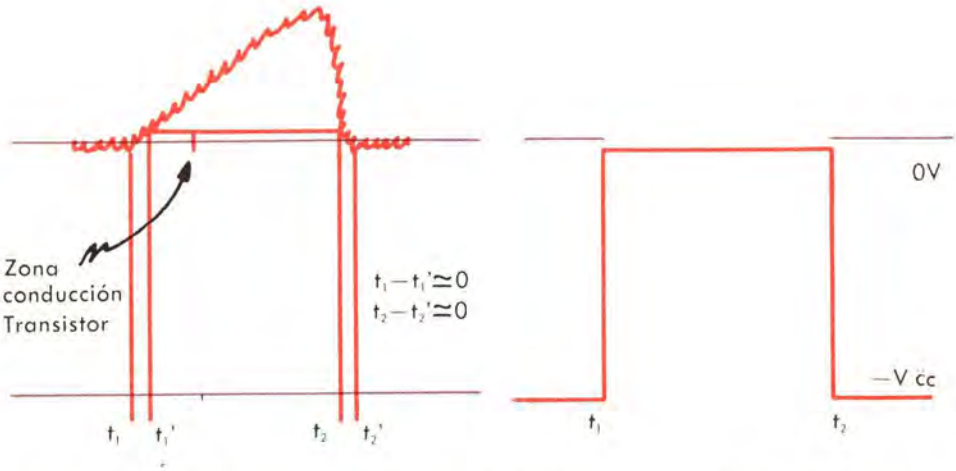


Figura 48. — Aprovechamiento real de intensidad en función del voltaje de entrada del circuito.

colector, siendo la tensión de éste la de la fuente $-V_{cc}$.

Supongamos que a la base nos llega un impulso de sincronismo procedente del separador (fig. 47). El punto ideal para tomar la tensión de referencia para el sincronismo, como ya se ha explicado anteriormente, es antes del primer impulso invertido de cuadro, si la señal de entrada, una vez integrada, tiene una amplitud pico-pico de unos 4 voltios; resulta que hasta que ésta no llegue a una tensión de cero voltios, el transistor no conducirá. Por otra parte, según nos muestra la figura 47 el transistor tiene una característica que a partir de los 250 mV queda saturado y por tanto la corriente en colector no podrá aumentar más. Por lo que, de toda la tensión de 4 voltios que teníamos a la entrada, tan sólo 250 mV son aprovechados, los cuales quedan situados dentro del tiempo en que llega el primer impulso invertido de cuadro.

Esto puede verse en la figura 48. Si el colector está a 10 V resulta que, debido a que la tensión de base va desde los dos extremos de la característica, la tensión sobre la resistencia de carga será, quitando la tensión de codo del transistor, de 10 voltios pico a pico. Así tendremos sobre el colector un impulso rectangular independiente de la tensión residual de los sincronismos de línea.

Hemos visto que para funcionar correctamente el comparador de fase era preciso que el

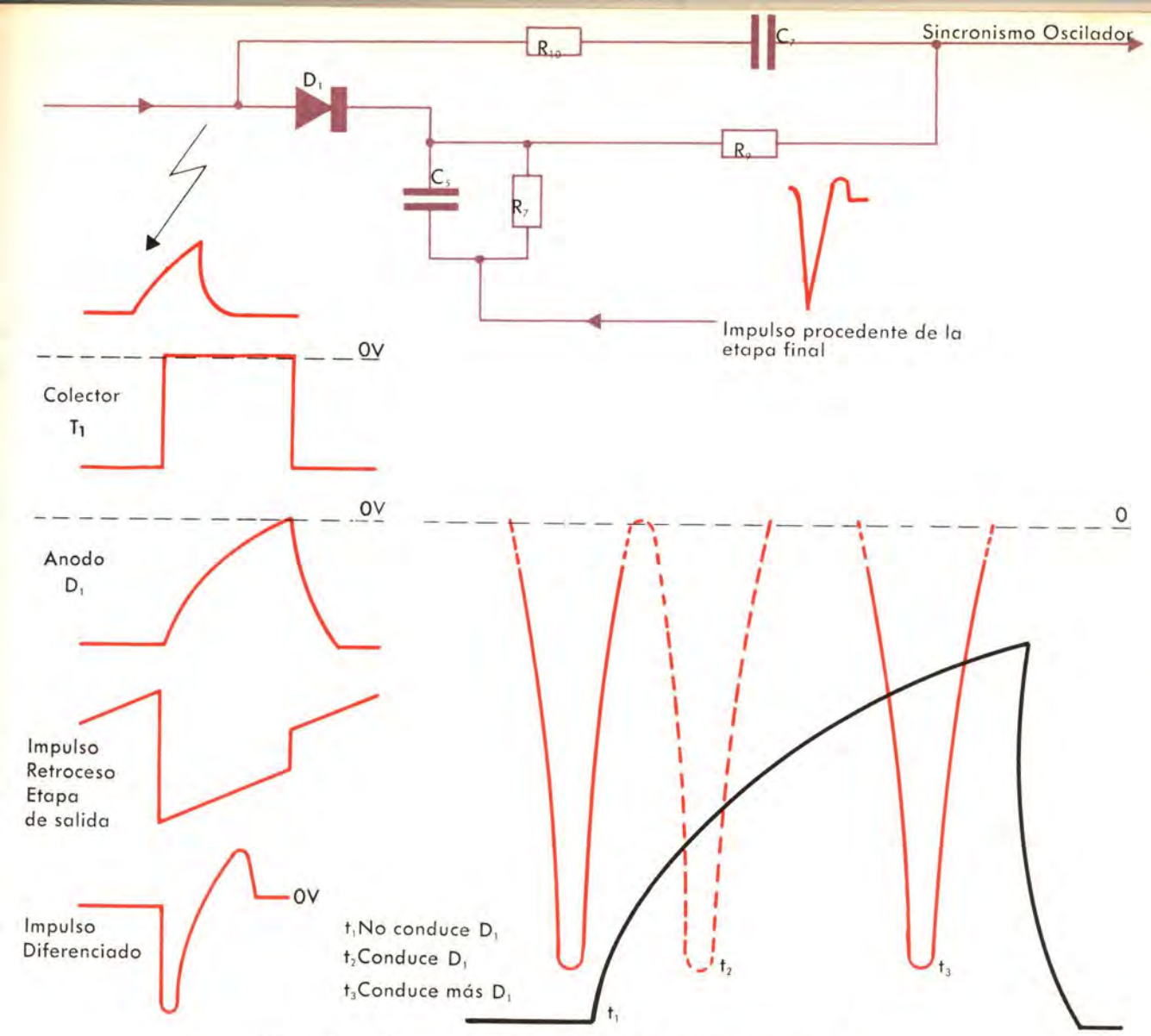


Figura 49. — Esquema y formas de onda de un comparador de fase.

impulso de sincronismo tuviera una pendiente y no fuera de frente abrupto. Por tanto, es necesario que la tensión que hay sobre el colector sea integrada de nuevo. Esta es la misión de $R_6 - C_4$ que forman un circuito integrador.

La salida de este integrador se aplica ya al control del oscilador. Este será el sincronismo directo.

El comparador de fase está dibujado en la figura 49.

El impulso de salida del colector, una vez integrado, queda aplicado al ánodo del diodo D_1.

El impulso de retroceso procedente de la salida de cuadro se realimenta en seguida, después de ser diferenciada por C_6 y R_8, al cátodo de dicho diodo.

Del circuito diferenciado, tan sólo el de polaridad positiva nos interesa, y nos dará el cátodo menos negativo. En este instante el diodo conduce y da una tensión capaz de desplazar la frecuencia central del oscilador 45 Hz a 49,75 Hz. Cuando varíe la frecuencia del impulso variará la fase, $f_1 - f_2$ y el período de conducción del diodo, por lo que la tensión filtrada en C_5 variará también de acuerdo a la frecuencia recibida del emisor. Esta tensión aplicada también al control del oscilador variará la frecuencia hasta que de nuevo $f_1 - f_2$ sea de 0,25 Hz. Ver oscilogramas de la figura 49.

La tensión continua obtenida del comparador es aplicada al oscilador a través del divisor R_9 y R_7 y filtrada por C_5.

* * *

LECCION 73

El comparador.
Circuito final de línea.
Circuito de MAT.

televisión {8}

CIRCUITO DE DESVIACION HORIZONTAL O DE LINEA

INTRODUCCION

Según hemos visto en las lecciones 57 y 60, en el tubo de imagen para televisión se realiza la desviación del haz de electrones por medio de campos magnéticos, generados por la llamada bobina deflectora. (Fig. 1.)

En la desviación del haz de electrones intervienen simultáneamente dos campos magnéticos perpendiculares entre sí, los cuales hacen que el punto luminoso de la pantalla (spot) se desplace horizontalmente de izquierda a derecha y retroceda con rapidez, y también se desplace verticalmente de arriba abajo, retrocediendo a continuación más de prisa que en el primer movimiento.

La frecuencia con que se realiza la desviación horizontal o de línea es de 15.625 veces por segundo, con lo cual corresponde a la duración de una línea el corto tiempo de 64 μ segundos (el microsegundo es la millonésima parte de un segundo).

La frecuencia del desplazamiento vertical o de cuadro es de 50 veces por segundo, correspondiendo la duración de un cuadro a 20 milisegundos (el milisegundo corresponde a la milésima parte de un segundo).

Aunque ya se habló de ello diremos que en los retrocesos de estos barridos de la pantalla, el haz de electrones queda bloqueado, con lo cual no aparece trazo luminoso.

La figura 2 ayudará a comprender este mecanismo. De estos dos movimientos (horizontal y vertical) que se realizan simultáneamente, el ver-

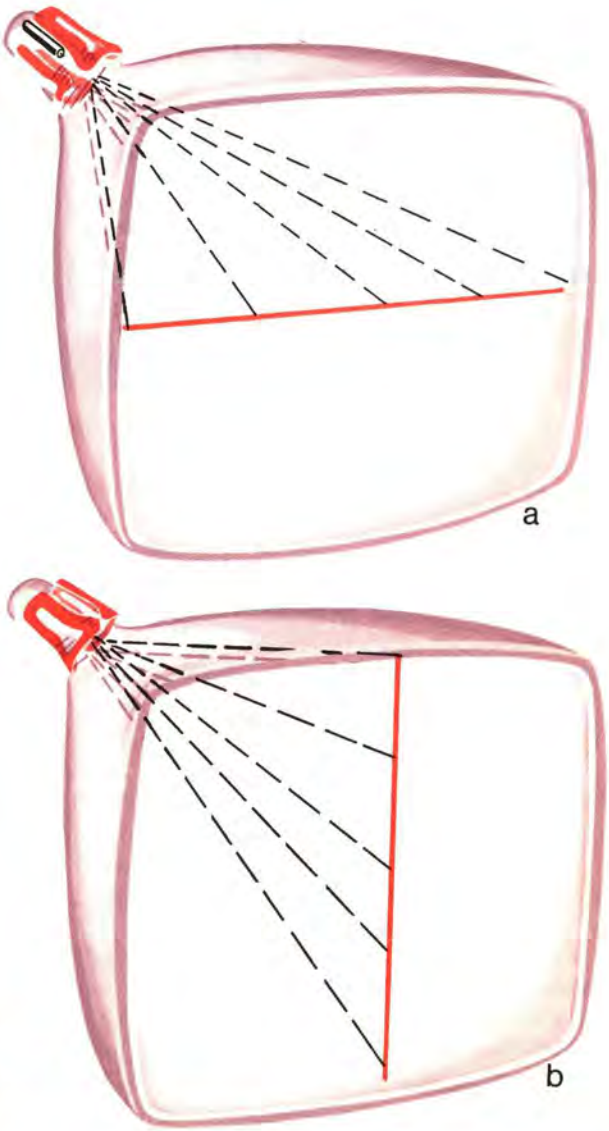


Figura 1. — La desviación del haz de electrones del tubo de rayos catódicos (TRC) para televisión se realiza mediante campos magnéticos. a) La desviación horizontal es producida por las bobinas colocadas verticalmente. b) La desviación vertical, por las situadas horizontalmente.

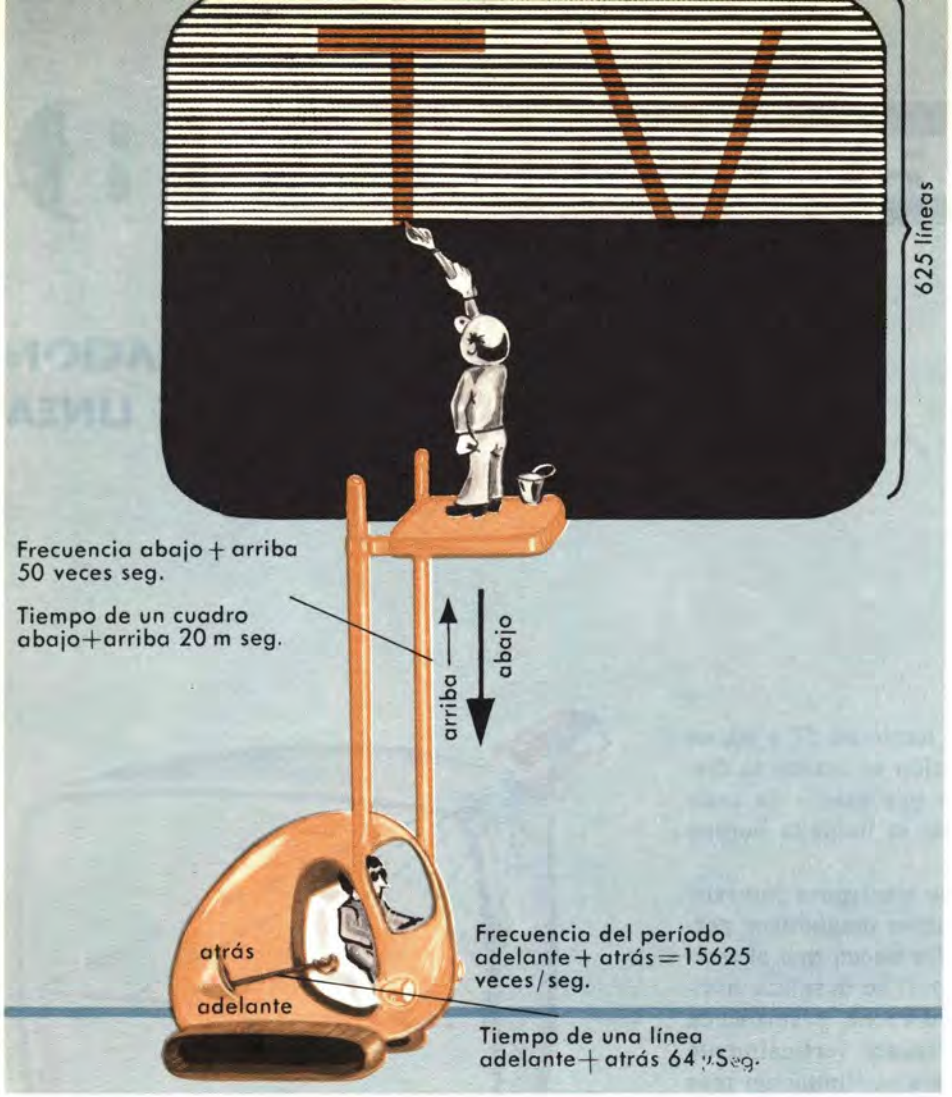


Figura 2. — Semejanza de cómo se produce el barrido de la pantalla de un televisor. El pintor va trazando rayas horizontales debido al avance y retroceso de la vagoneta (desviación de línea), pero a su vez el montacargas desciende y así cubre todo el tablero (desviación de cuadro).

tical es el más lento; pero al repetirse este movimiento 50 veces por segundo, la persistencia de nuestro ojo no nos permite distinguir entre las rayas trazadas en cada cuadro; como es natural, en las líneas horizontales que se trazan a una velocidad aún mayor (15.625 veces/seg.) no es posible distinguir el punto que las traza.

Por tanto, la imagen que recibimos de la pantalla de un televisor impresiona nuestra visión como si fuera toda una fuente de luz, cosa que no ocurre en realidad, porque es un solo punto luminoso el que sucesivamente barre la pantalla horizontal y verticalmente a su vez.

Como puede verse en la figura 1b es el campo magnético, producido por las bobinas colocadas verticalmente, el que realiza la desviación del haz en horizontal. La dirección de la desviación depende del sentido de las líneas de fuerza del campo magnético, y, al ser creado por la corriente que pasa por esta bobina, podemos decir que el punto luminoso se desviará a la derecha cuando la corriente de la bobina deflectora de línea sea positiva, y cuando sea negativa se desviará a la izquierda. Figura 3.

La cantidad de desviación en la pantalla o el ángulo de desviación del haz depende directamente de la cantidad de corriente que pasa por las bobinas deflectoras, y si el desplazamiento debe ser a una velocidad uniforme, la variación de corriente ha de ser lineal; por tanto, la corriente que se aplica a las bobinas de desviación horizontal es en «diente de sierra» (fig. 3), la cual en los puntos 1,4,7,... desvía el haz al extremo izquierdo de la pantalla y en los 3,6,9,... al derecho; en los puntos 2,5,8... el punto luminoso pasa por 0.

El período debe ser, como ya hemos dicho, de 64 μ segundos, de los cuales 52 μ segundos son de barrido y 12 son de retroceso.

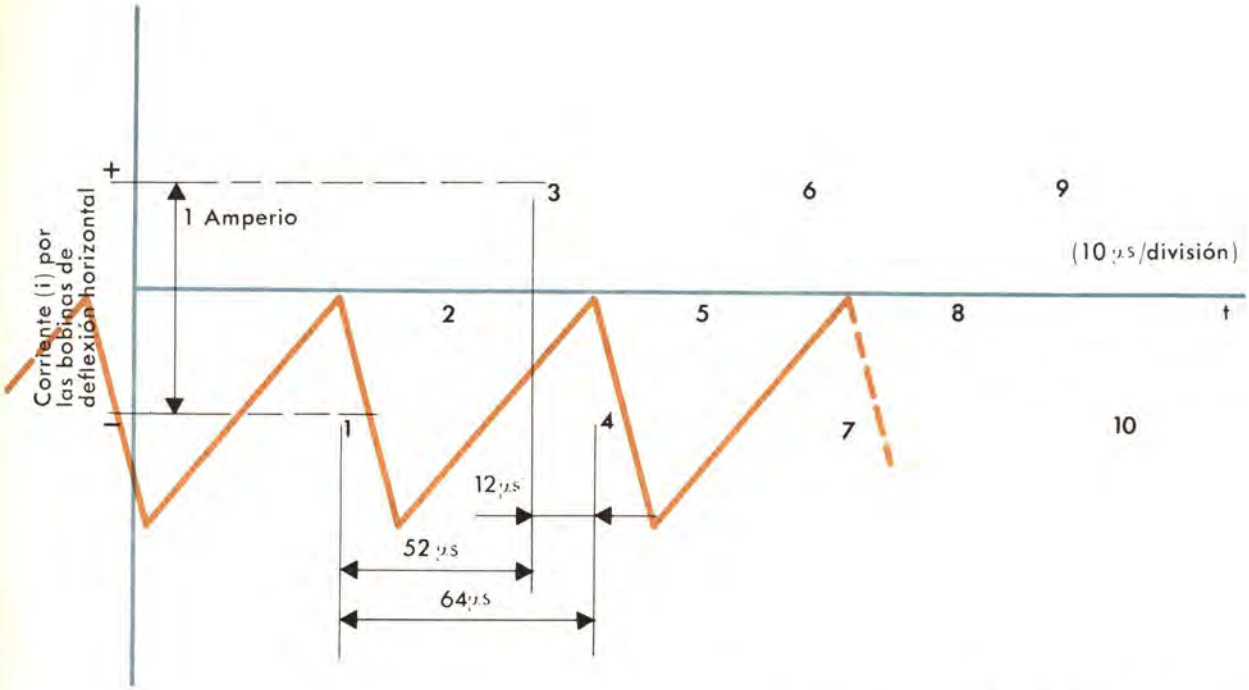


Figura 3. — La corriente que circula por los deflectores es en diente de sierra para que la desviación del punto luminoso sea uniforme.

Características de este diente de sierra

En los tubos actuales de 110° de ángulo de desviación se necesitan corrientes fuertes por las deflectoras, aproximadamente de 1 amperio de pico a pico.

Para que se reproduzca la misma imagen que la cámara está explorando, es necesario que el barrido del tubo de imagen en el receptor esté sincronizado perfectamente con el de la emisora en frecuencia y en fase, para que cuando la cámara explore cada línea el televisor haga lo mismo en la misma posición.

Para cumplir estos requisitos, el circuito necesario es bastante costoso y aún ve aumentada su complejidad cuando además se aprovecha para realizar otras funciones, como son las de proporcionar la tensión aceleradora de MAT y la tensión de enfoque y el borrado de los retrocesos de línea.

Si empezamos por estudiar un simple diagrama de bloques se comprenderá el funcionamiento de sus partes más importantes; después, será sencilla la descripción por separado de cada circuito, detallando todas sus características y componentes.

En la figura 5 se muestra todo el circuito de desviación de línea, que fundamentalmente está compuesto por un oscilador de frecuencia de línea (15.625 ciclos/seg.) con sincronismo automático respecto a la emisora, y el paso final de potencia, que forma los dientes de sierra de corriente, cuya frecuencia es debida a la del oscilador de línea.

Oscilador con sincronismo automático

Este circuito consta de las siguientes partes:

— El discriminador o comparador de fase y frecuencia.
— El circuito de reactancia (generalmente llamado válvula de reactancia).
— El oscilador.

La misión de cada paso es la siguiente:

El comparador

A este circuito le llegan dos señales: una, los impulsos de sincronismo de la emisora, que le proporciona el circuito separador de sincronismos, y otra, los dientes de sierra del propio receptor, en el caso de que no coincidan exactamente en frecuencia y fase; este circuito comparador dará una tensión de salida, cuya polaridad depende de si la frecuencia es mayor o menor que la frecuencia de los impulsos de la emisora. Cuanto más diferentes sean las frecuencias, mayor será la tensión de salida del comparador. Esta tensión se aplica a la reja de la válvula de reactancia.

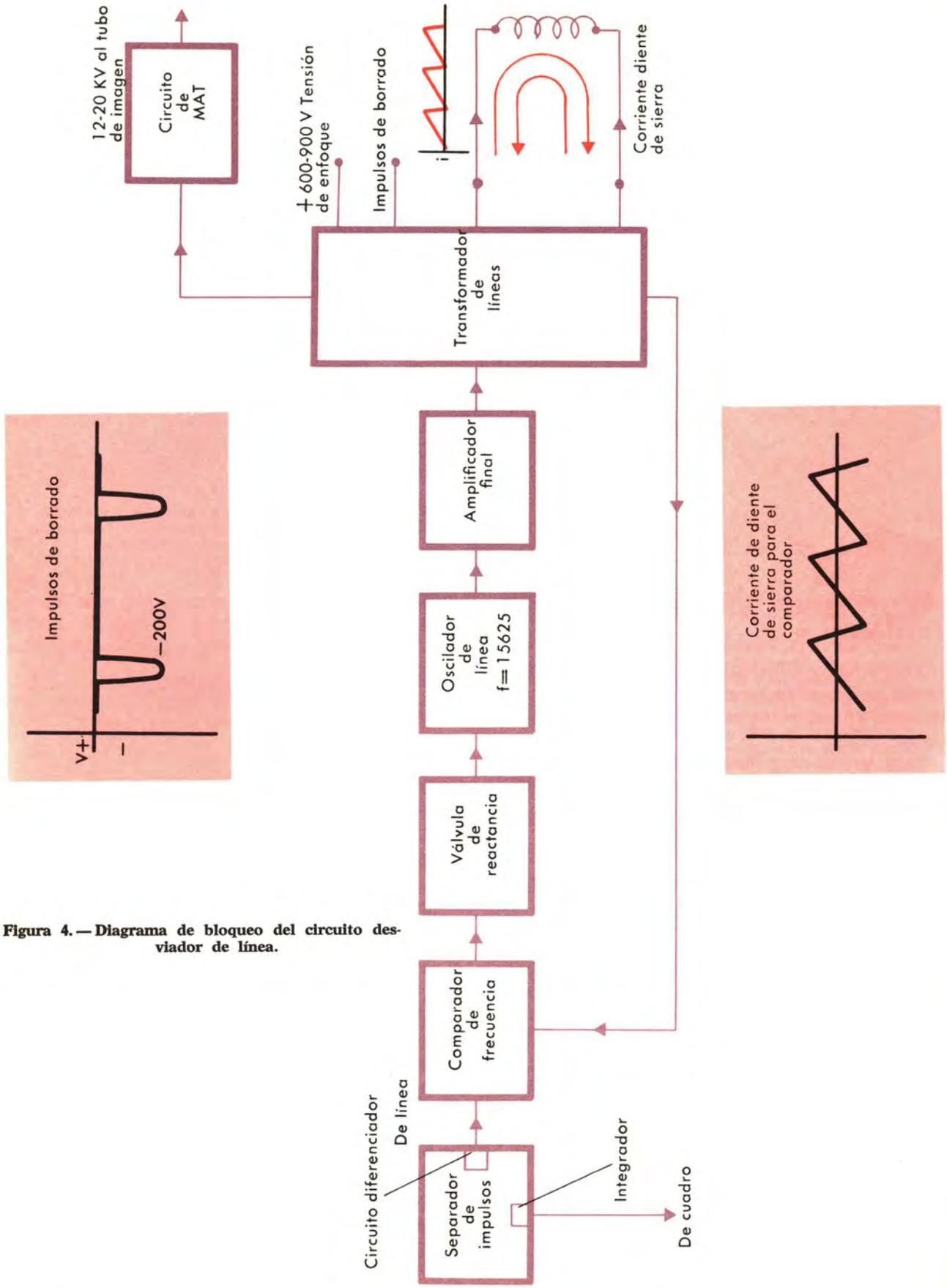


Figura 4. — Diagrama de bloqueo del circuito desviador de línea.

El circuito de reactancia

Consiste en el paso de una válvula montada especialmente, conectada en paralelo con el circuito resonante del oscilador de frecuencia de línea.

La carga que efectúa este circuito sobre el oscilador es reactiva; puede ser capacitiva o inductiva; generalmente trabaja como reactancia capacitiva, pero con la particularidad de que esta capacidad a que equivale este paso varía según sea la conducción de corriente de la válvula. Por tanto, tenemos que si, por ejemplo, el circuito comparador da tensión negativa de salida es debido a que el oscilador del televisor está a una frecuencia menor que la emisora, entonces la válvula de reactancia conduce más. Por ello disminuye la capacidad a que equivale el circuito y el oscilador aumenta automáticamente su frecuencia de oscilación hasta que el discriminador o comparador da tensión de salida cero voltios. Por tanto, la válvula de reactancia conduce una corriente constante, no variando la capacidad, y el oscilador mantiene esta frecuencia de oscilación.

Si la frecuencia del oscilador del televisor es mayor que la de los impulsos, el comparador dará la tensión positiva de salida, y la válvula de reactancia hará que el oscilador disminuya de frecuencia, hasta que el comparador de tensión sea nulo en la salida.

El oscilador de frecuencia de líneas (15.625 ciclos seg.)

Consiste en un oscilador senoidal L-C, por ejemplo un Colpitts o un Hartley, cuya frecuencia de oscilación propia es de 15.625 Hz, aproximadamente, y es la capacidad de la válvula de reactancia la que determina exactamente su frecuencia de resonancia.

Antes de pasar al circuito final de línea, compuesto por la válvula final y el transformador de líneas, que convierten a las senoides del oscilador de frecuencia sincronizada con la de la emisora en dientes de sierra de corriente de la misma frecuencia, sería conveniente dejar bien sentado cómo se realizan electrónicamente las funciones atribuidas a cada paso, que compone el conjunto del oscilador horizontal automáticamente sincronizado.

En la figura 5 tenemos un circuito muy clásico de oscilador, válvula de reactancia y comparador de frecuencia. Veamos individualmente cómo funciona cada paso.

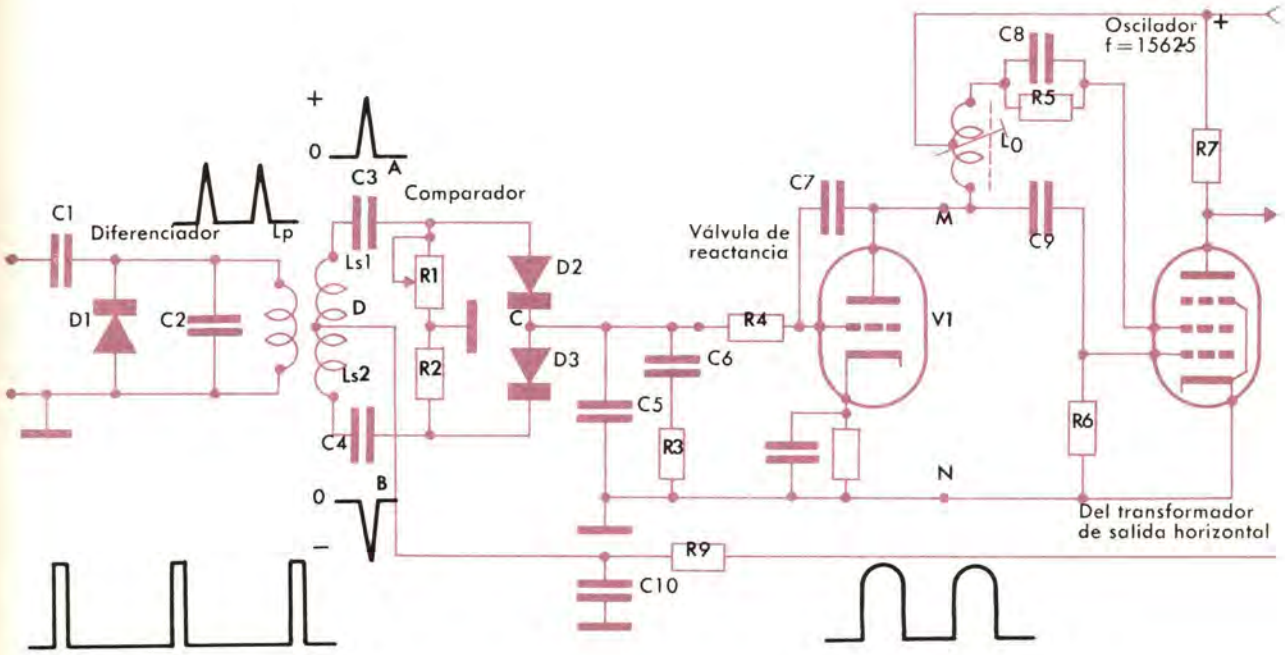


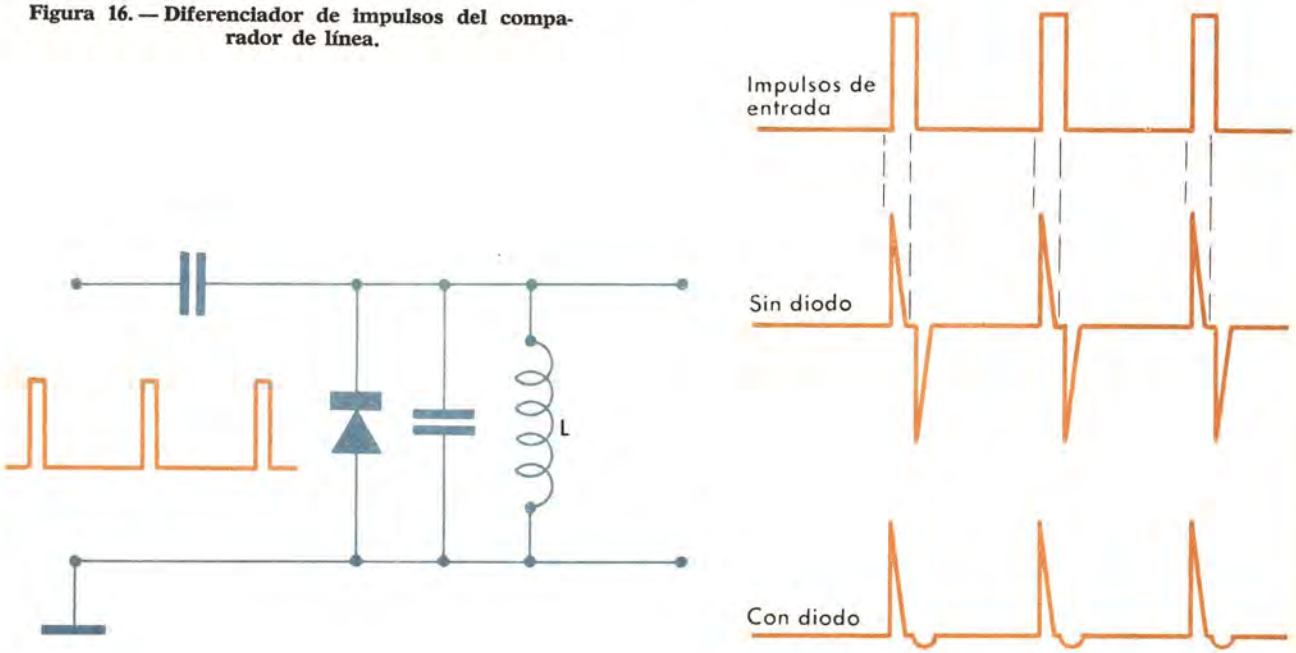
Figura 5. — Esquema del oscilador de frecuencia sincronizada con la emisora.

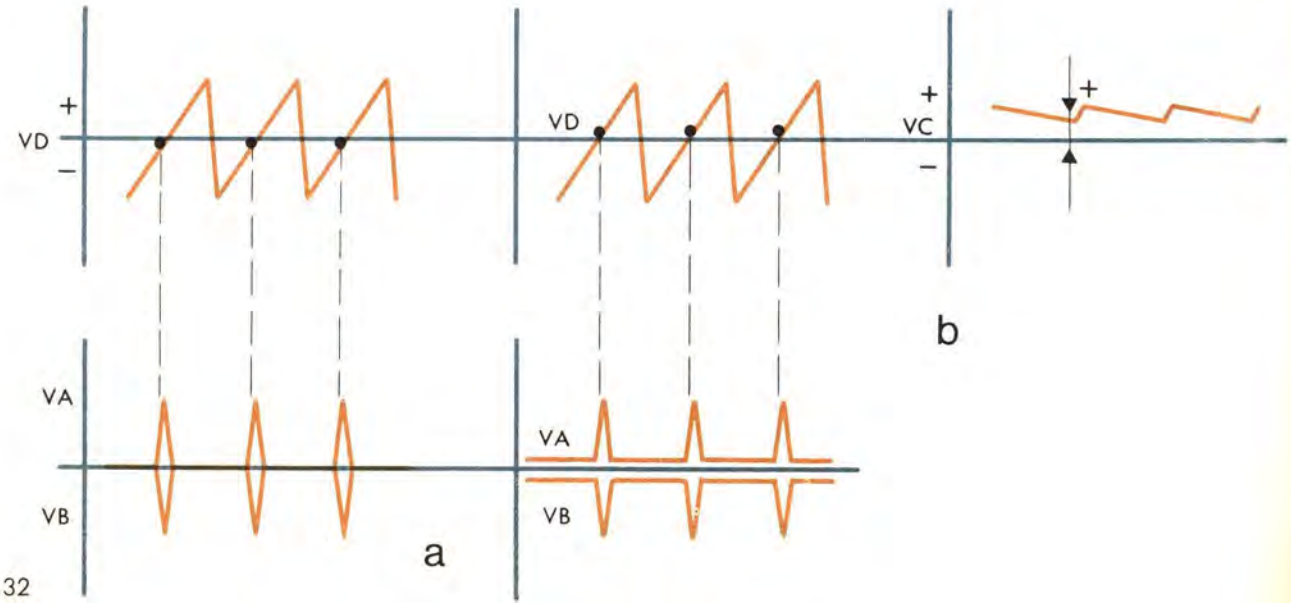
El comparador de frecuencia y fase

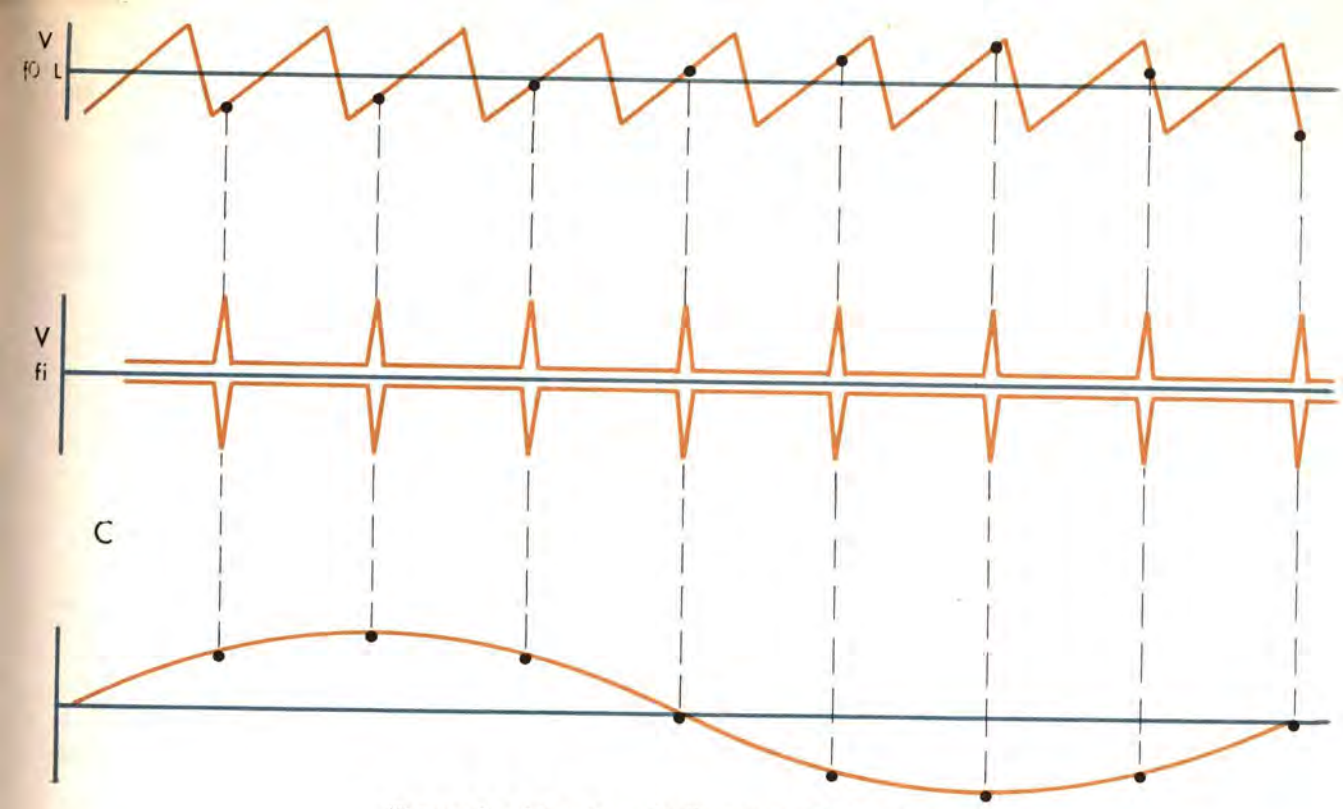
Formando parte del separador de sincronismos y del comparador de frecuencia y fase, encontramos primero el circuito diferenciador de impulsos (fig. 6) formado por C_1, C_2 y L_p como diferenciador; la tensión en bornes de L_p sería como indica la figura si no fuera por el diodo, que no permite se crean tensiones negativas respecto a masa; por tanto, no se produce la diferenciación de la pendiente negativa del impulso.

El propio comparador se ha estudiado en las lecciones de TV en color, puesto que es el mismo circuito que el detector sincrono de (R-Y) y (A-Y) o el comparador de frecuencia y fase del oscilador de 4,43 MHz; el momento de conducción de los diodos lo determinan los impulsos diferenciados que en el secundario del transformador son positivo en A y negativo en B; en ese instante la tensión de salida punto C es la del diente de sierra, que se aplica en el punto D (fig. 7). En caso de estar perfectamente sincronizados los impulsos de la emisora con los dientes de sierra del transformador de líneas coinciden en el punto central (fig. 7 a) y la tensión de salida V_c es cero voltios,

Figura 16. — Diferenciador de impulsos del comparador de línea.







Figuras 7 a, 7 b y 7 c. — Oscilogramas del circuito comparador de la figura 5.

manteniéndose así la frecuencia en el oscilador del aparato. Si los impulsos de la emisora disminuyen de frecuencia, como indica la figura 7b, el punto de conducción de los diodos no coincide en cero voltios, como en el caso anterior y la tensión de salida por lo tanto será positiva (fig. 7b). La válvula de reactancia conducirá más y, por lo tanto, su capacidad equivalente será mayor que por estar, como ya se ha dicho, en paralelo con el circuito L-C del oscilador; éste disminuye la frecuencia de oscilación, hasta que los impulsos coinciden en el punto cero del diente de sierra, y la tensión V_c del comparador es de cero voltios, manteniéndose en esa posición en que las frecuencias son idénticas. C_3 y C_4 son siempre iguales y R_1 R_2, también; el conjunto R_1 C_1 y R_2 C_2 forma dos constantes grandes de tiempo frente al período de frecuencia de línea

$$f_L = 15.625 \text{ Hz} \qquad T_L = \frac{1}{15.625} = 64 \ \mu s$$

Si $C_1 = C_2 = 1K5$ pF
y $R_1 = R_2 = 100$ KΩ

$$T_1 = T_2 = R_1 C_1 = R_2 C_2 = 100 \cdot 10^3 \Omega \times 1{,}5 \cdot 10^{-9} = 150 \cdot 10^{-6} = 150 \ \mu s.$$

$$R_1 C_1 = R_2 C_2 > T_L$$

R_9 C_{10} integran los impulsos de tensión del transformador de líneas para convertirlos en tensión diente de sierra.

El condensador C_5 integra los impulsos de referencia que se obtienen a la salida cada vez que conducen los diodos; así se transforman en tensión continua que se aplica a la válvula de reactancia, tensión V_c, en la figura 7b.

Ajuste del comparador

Para ajustar la simetría del comparador, que debido a las tolerancias de los componentes no será exactamente igual en sus dos ramas, se coloca una de sus dos resistencias ajustable para:

1) Desconectar la tensión diente de sierra que se aplica en el punto D.

2) Con sólo los impulsos de la emisora.

3) Ajustar R_1 para leer exactamente un voltímetro, colocado en el punto C, cero voltios.

Filtro del comparador de frecuencia y fase

Cuando la frecuencia de los impulsos es muy diferente del oscilador local, el discriminador da tensión de salida alterna; el conjunto formado por C_5, C_6 y R_3 tiende a filtrar esta alterna para que el enganche de frecuencia se produzca más rápidamente (fig. 7c).

La válvula de reactancia

La válvula de reactancia es equivalente a una capacidad que podrá variar en función de la tensión E_g, y conectada en paralelo con un oscilador variará la frecuencia de oscilación en función de la tensión E de entrada (fig. 8).

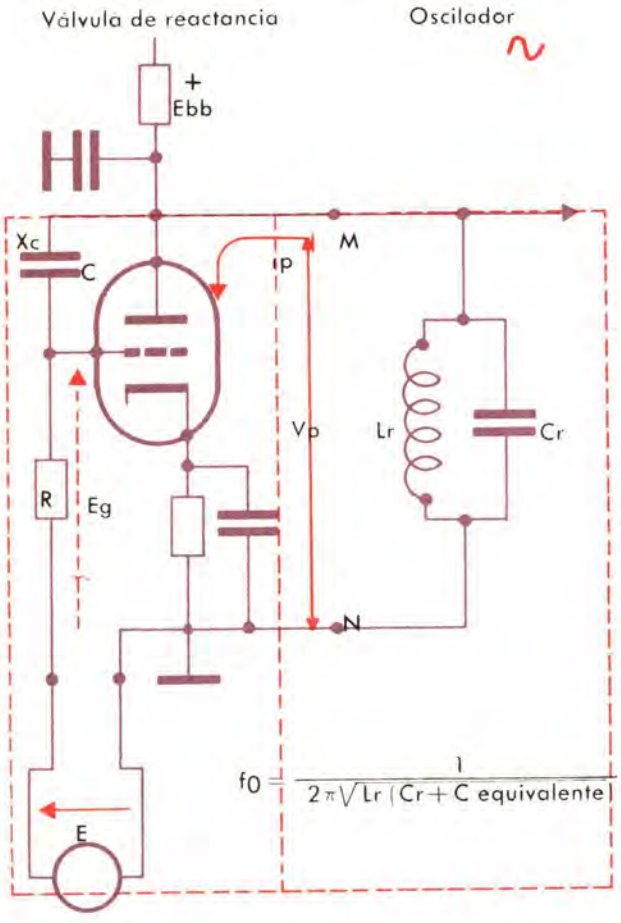


Figura 8. — Circuito de reactancia variable.

Veamos la demostración de que entre los puntos M y N existe una capacidad que varía en función de la tensión E.

Es necesario que R sea mucho menor que

$$X_c = \frac{1}{\omega C}.$$

Podemos decir que $\frac{V_p}{E_g} = \frac{X_c + R}{R}$, de donde $E_g = V_p \frac{R}{X_c + R}$ (1), porque la relación de tensiones depende directamente de la relación de impedancias.

$$I_p = G_m E_g \ (2)$$

Esta ecuación es correcta cuando la resistencia de carga de la válvula R_L es mucho menor que la resistencia interna R_p. Sustituyendo 1 en 2 tenemos

$$I_p = G_m V_p \frac{R}{X_c + R} = V_p \frac{R G_m}{X_c (*)} = V_p \frac{R G_m}{\frac{1}{\omega C}}$$

y de esta ecuación

$$\frac{V_p}{I_p} = Z_p = \frac{1}{\omega C R G_m} = \frac{1}{\omega (C \text{ equivalente})},$$

de donde se ve que la impedancia de placa Z_p que ofrece esta válvula es reactiva capacitiva

$$C \text{ equiv.} = C R G_m,$$

y, por tanto, en función de la conducción de la válvula varía su pendiente S o G_m y la C equivalente.

(*) La condición que se ha impuesto en un principio es de que R sea mucho menos que X_c; por tanto, $X_c + R \simeq X_c$.

El oscilador de frecuencia de línea

Básicamente, el circuito de la figura 9a es un oscilador tipo Hartley, el cual utiliza la segunda reja como ánodo para formar la oscilación; en la figura 9b está esquematizado este oscilador. El circuito L-C resonante del oscilador lo forman C_8 y L. Al ser de inductancia ajustable hace que por sí solo oscile lo más cerca posible de los 15.625 Hz. La resistencia R_5 limita la corriente de polarización que pasa por g_2 y C_9 aísla a g_1 de la tensión continua que necesita la pantalla para su funcionamiento. R_6 es la resistencia de escape que necesita la válvula para que la reja g_1 se mantenga a cero voltios. En la figura 10 tenemos los oscilogramas de este oscilador.

En la placa punto 3 del pentodo, la oscilación en la reja 1 aparece saturada según vemos en la figura, porque la variación de corriente de ánodo R_7 produce esta variación de tensión, y en el punto 4 la tensión adopta la forma trapezoidal, debido a que en el instante que la válvula pasa de la saturación al corte ésta tiene impedancia elevada y los condensadores C_9 y C_{10} se cargan lentamente. Cuando en t_2 pasa del corte a la saturación, como la impedancia de placa es pequeña, la tensión del condensador se descarga rápidamente.

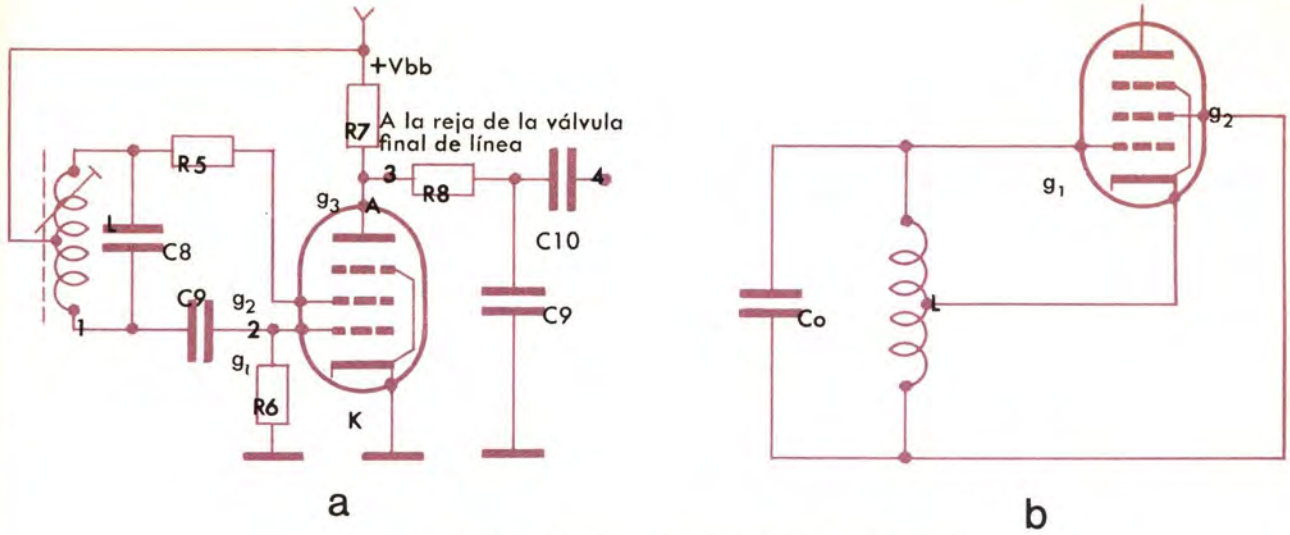


Figura 9. — Oscilador local de línea. a) esquema real. b) esquema equivalente.

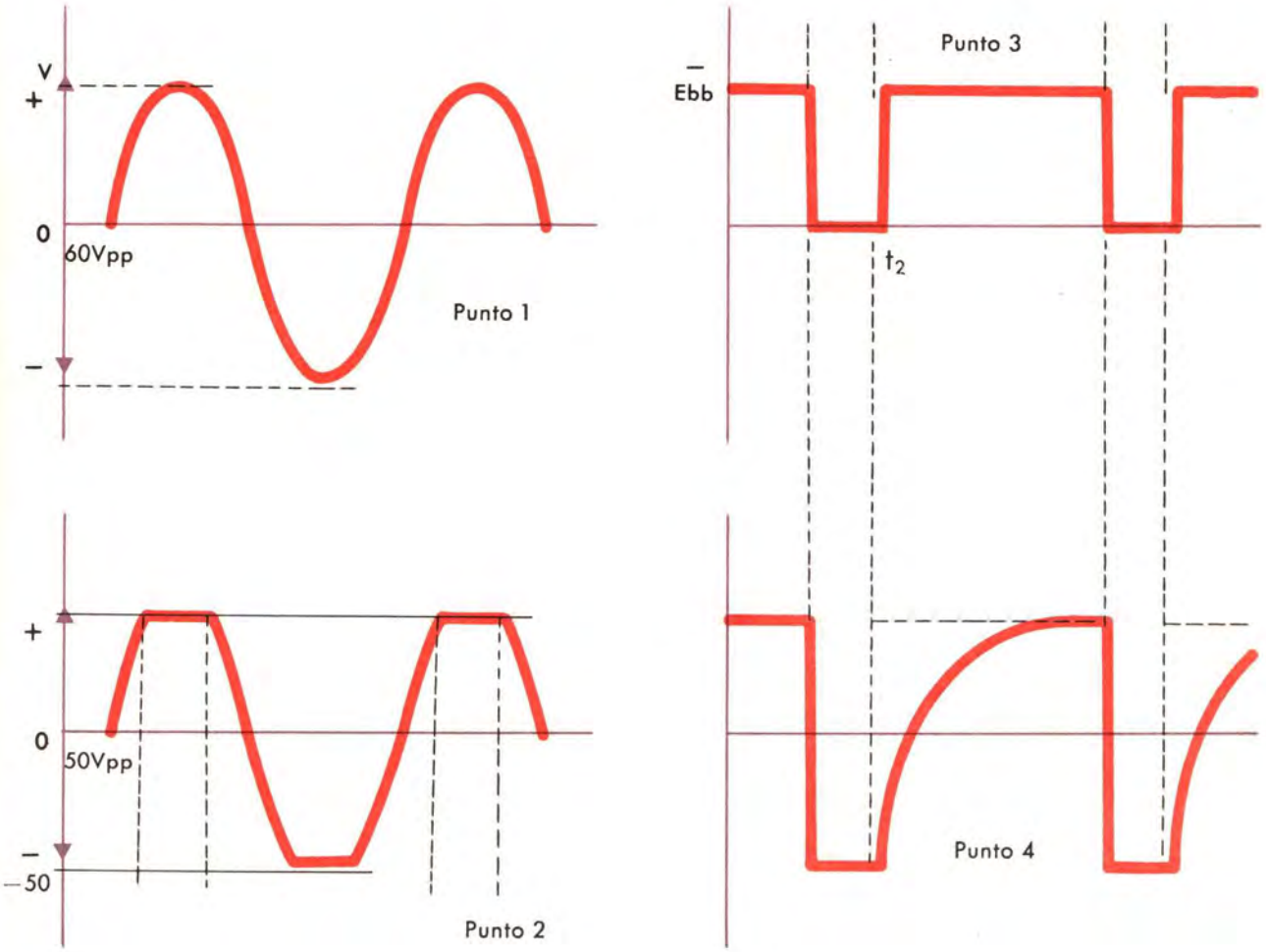
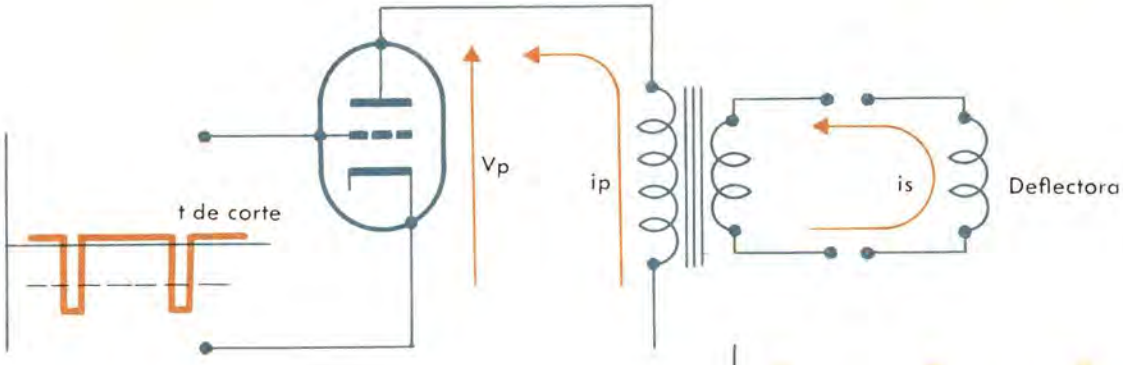


Figura 10. — Oscilogramas del oscilador de la figura 9 a.



Circuito final de línea: Transformador de salida de línea y válvula final; rectificadora de MAT y recuperadora o de Booster

El funcionamiento básico de la etapa de salida de línea consiste en una válvula que, al pasar de la saturación al corte en unos períodos muy cortos, crea unos impulsos de tensión muy grandes en el primario del transformador de línea (Fly back), debido a las cuales circula una corriente en diente de sierra, que se induce en un secundario de pocas espiras con la cantidad de corriente deseada; en este secundario se conecta la bobina deflectora horizontal, según indica la figura 11.

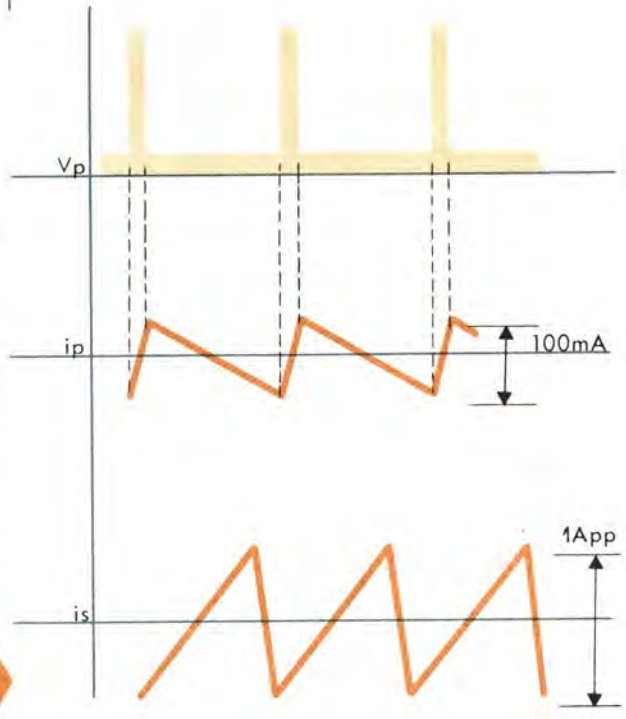


Figura 11. — Paso final de línea esquematizado.

Principio del transformador de salida horizontal

En la figura 12 tenemos una inductancia L a la cual conectamos la tensión $-V_b$ en los instantes t_0, t_2, t_4 ... y la desconectamos en t_1, t_3, ... Las formas de la tensión en bornes de L y de la corriente a través de L vienen indicadas en las figuras 12 a y 12 b, respectivamente. Veamos:

La tensión en bornes de una L es: $V_L = L \dfrac{di}{dt}$.

Pero si esta tensión forzosamente es constante, $V_L = -V_b$ siendo tensión continua, la corriente será:

$$i = \frac{-V_b}{L} t.$$

Por ejemplo, si $\dfrac{-V_b}{L} i = -2$ tendríamos

t en seg.	*i en amperios*
$t = 0 \longrightarrow$	$i = -2 \times 0 = 0$
$t = 1 \longrightarrow$	$i = -2 \times 1 = -2$
$t = 2 \longrightarrow$	$i = -2 \times 2 = -4$
$t = 3 \longrightarrow$	$i = -2 \times 3 = -6$

De donde vemos que si hemos aplicado de t_0 a t_1 una tensión constante en L, la corriente que ha circulado es uniformemente creciente. Si en t_1 desconectamos la tensión, la corriente volverá a cero, con una variación más rápida, lo cual hace que se induzca una tensión grande y de polaridad positiva en L; pero en 2, cuando la i se ha reducido a cero, conectamos otra vez la batería y se repite el ciclo, pasando la tensión en L a ser $-V_b$.

Como no es posible obtener una L pura, porque siempre tiene capacidad parásita (fig. 13), en t_1, al desconectar se produciría una oscilación amortiguada en L y C_0 si ya no conectáramos más la batería de $-V_b$ voltios a L. Pero si retardamos el

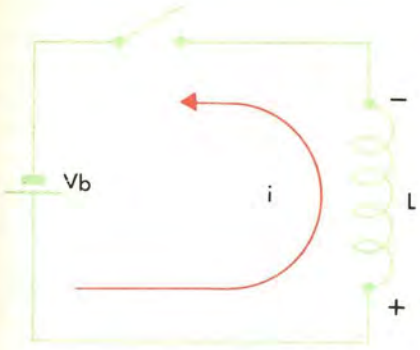


Figura 12.

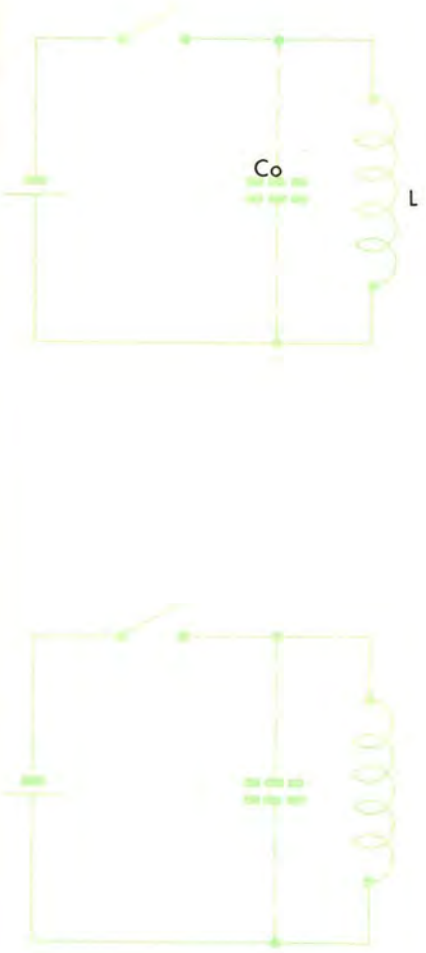
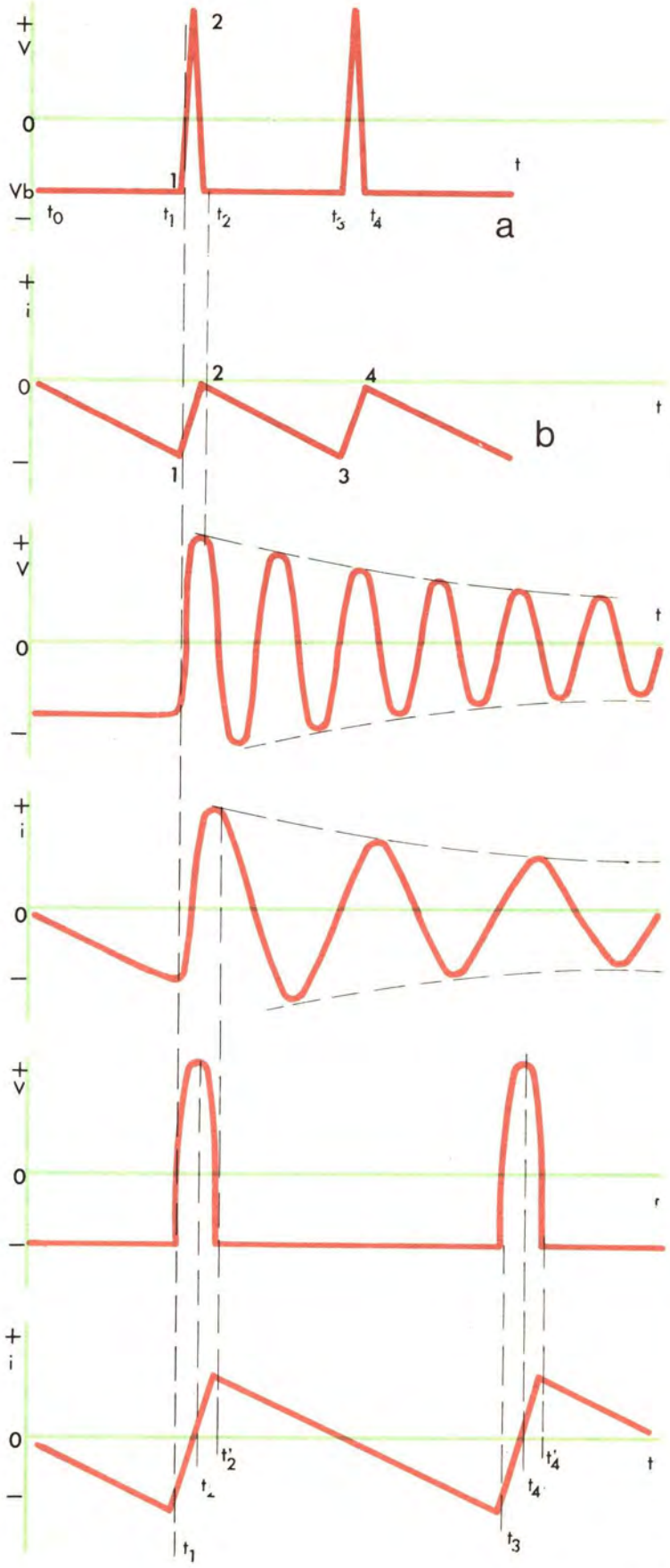


Figura 13.



momento de conectar t_2 a t'_2 (fig. 13), la corriente se ha hecho positiva y a continuación decrecerá hasta cero y se hará negativa de una forma lineal, porque la tensión en bornes de L es constante (interruptor cerrado) de t'_2 hasta t_3 en que se desconecta la batería hasta t'_4. Pero como no es factible ir conectando y desconectando el interruptor en cada línea del circuito práctico, aunque se funde en este principio es totalmente automático.

En la figura 14 se ha sustituido la batería de V_b voltios por un condensador inicialmente cargado a estos V_b voltios, y además con un diodo conectado, como indica la figura para recargar en cada ciclo el condensador y así recuperar energía; éste es el llamado «diodo recuperador». Veamos las distintas fases del funcionamiento de este circuito.

Si conectamos el interruptor en t_0, la tensión V_b constante del condensador hará que circule una corriente continuamente creciente por la bobina hasta t_1, en que desconectamos el interruptor; la corriente decrece rápidamente y se induce en la bobina una tensión elevada positiva, que inicia la oscilación de L-C_0 (capacidad parásita); pero cuando la tensión en el punto A tiende a ser más negativa, la —V_b queda fijada por la conducción del diodo, que mantiene constantemente en el punto A —V_b voltios, debido a que prácticamente no existe caída de tensión en el diodo cuando conduce corriente. De esta forma no es necesario en el instante t'_2, conectar el interruptor; podemos hacerlo un poco más tarde para volver a desconectar en t_3. Pero como al cabo de varios ciclos la tensión a que está cargado el condensador disminuiría (—V_b voltios), debido a las pérdidas en la bobina y en el diodo, pasaremos al circuito 15, en el cual la batería E_{bb} aportará la parte de energía perdida.

Y finalmente, en el circuito de la figura 16 se sustituye el interruptor por la válvula V_1, llamada final de línea, que hace la misma función de interruptor porque en la reja se aplica la señal trapezoidal, que suministra el oscilador de líneas que en D desconecta y en C conecta.

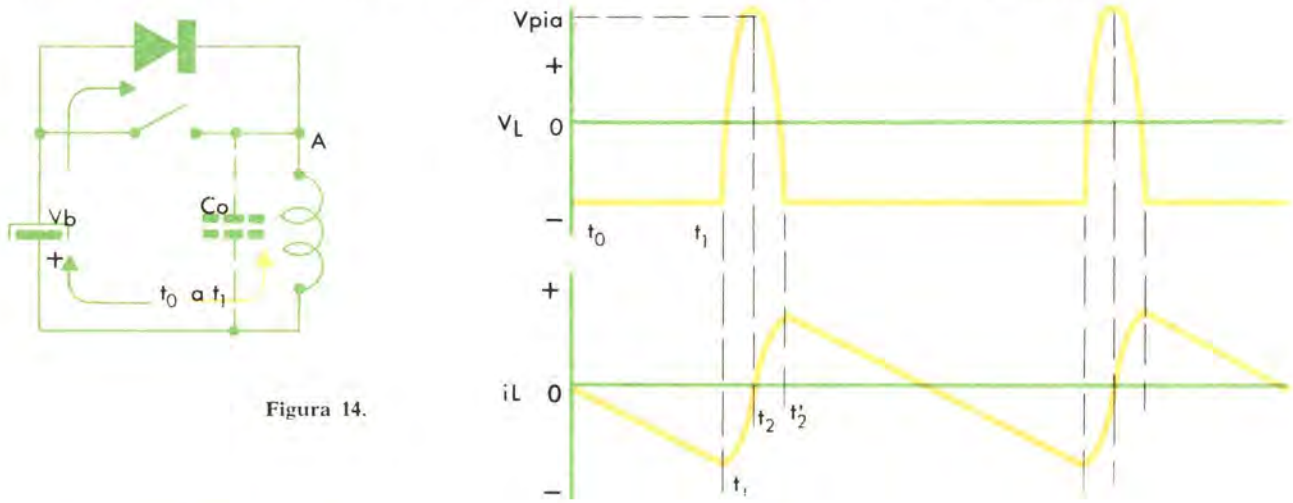


Figura 14.

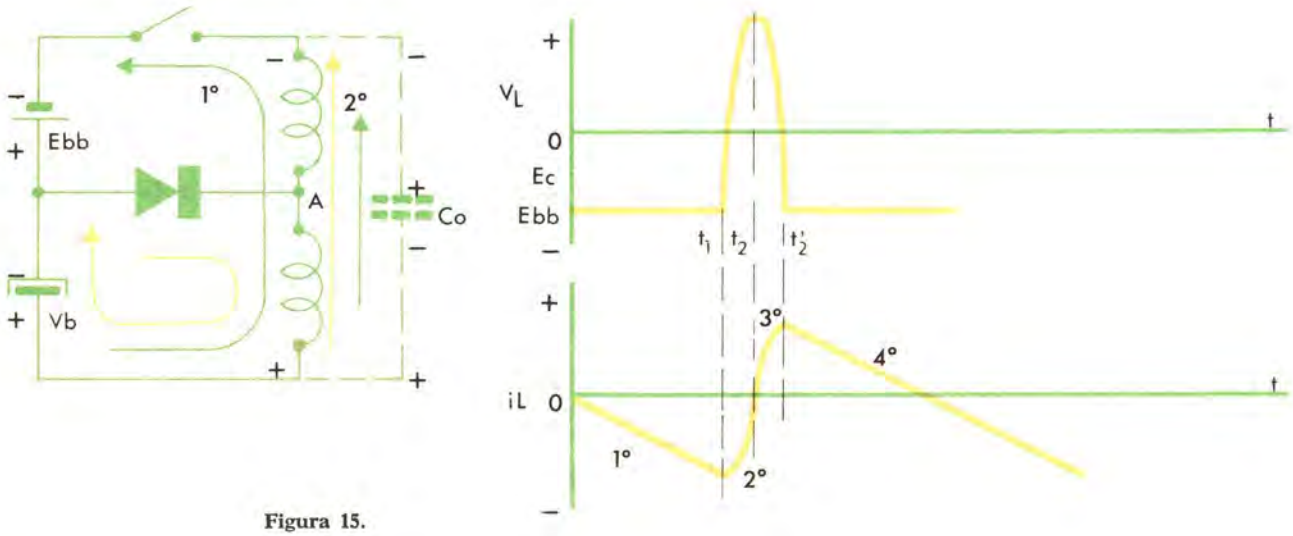
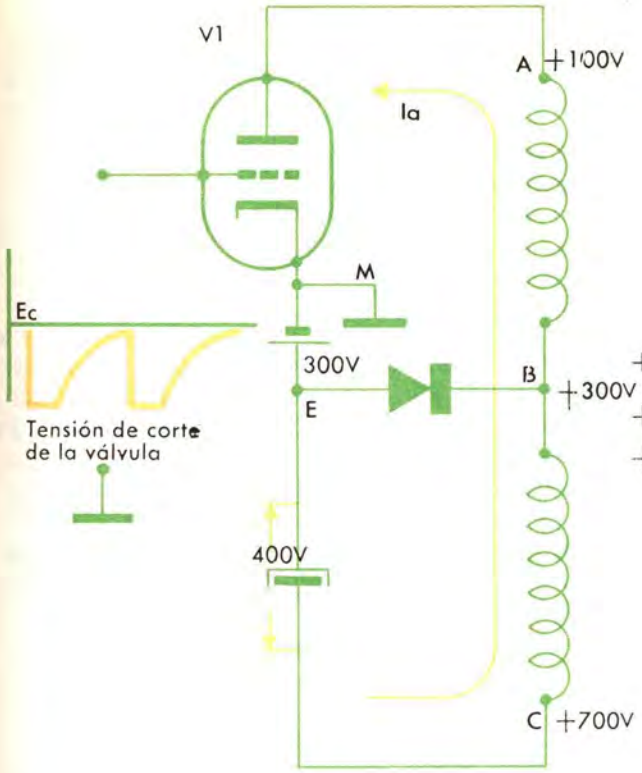
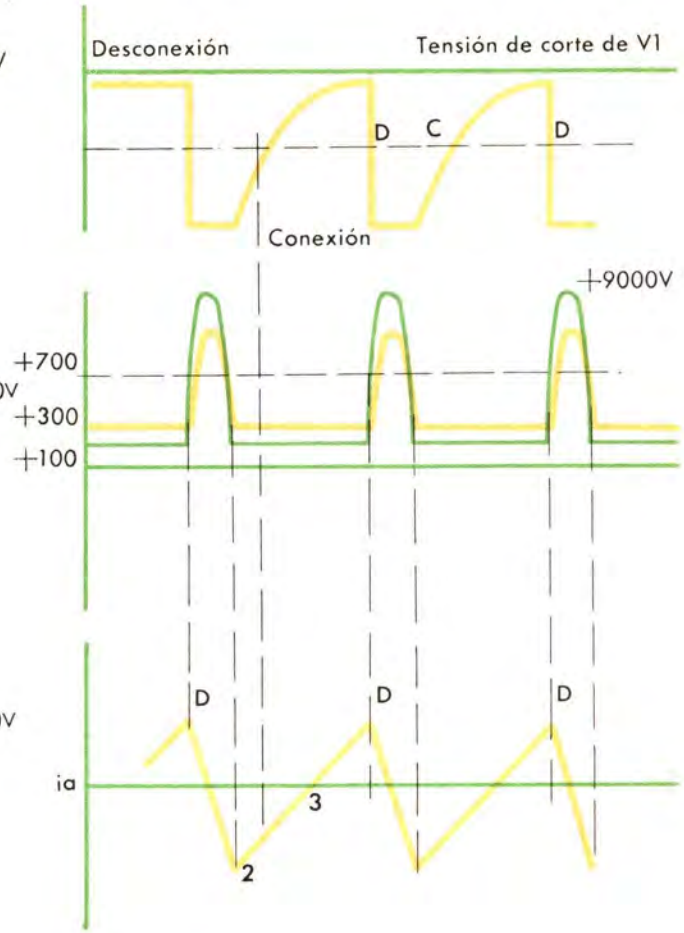


Figura 15.





Figuras 12, 13, 14, 15 y 16. — Principio de funcionamiento de la etapa final de línea.

Funcionamiento de la válvula final de línea

La tensión trapezoidal aplicada en la reja de esta válvula hace que en el instante D no circule corriente por placa, pues la válvula está al corte, y en los puntos C vuelve a conducir corriente. En el esquema de la figura 16 tenemos que cuando la válvula conduce corriente en el punto E hay 300 voltios de la batería respecto al punto M que es masa; el condensador que se carga unos 400 voltios hace que el punto C esté a unos 700 voltios, el punto B al mismo potencial que E, porque el diodo no permite que disminuya más la tensión en B que en E, y la tensión en A se coloca a unos 100 voltios; cuando se interrumpe la corriente, se inicia la oscilación, pero cuando la tensión en el punto B pasa por + 300 voltios queda fijada y no disminuye más, manteniéndose a ese valor hasta que vuelva a desconectarse.

De 2 a 3, la corriente a través del diodo carga el condensador llamado de «Booster». La figura 17 es idéntica a la 16, pero la colocación es diferente, y además con el devanado de deflexión horizontal, donde los dientes de sierra de corriente son de un amperio.

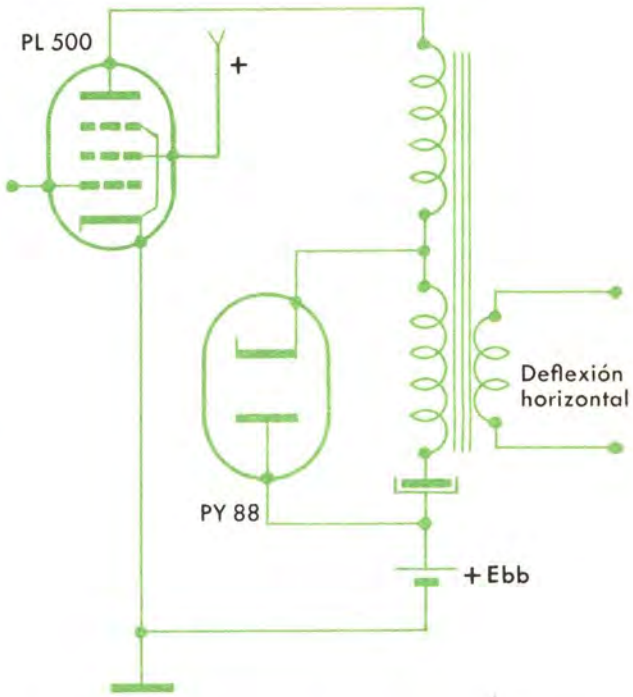


Figura 17. — En la etapa final la válvula V_1 actúa de interruptor.

Circuito de MAT

En los tubos de imagen es necesaria una tensión elevada para acelerar los electrones del haz catódico, y es aprovechado el mismo circuito de salida horizontal. Si continuamos el devanado del punto A hasta B por autotransformación, los impulsos que llegan a 9 KV en A serán de unos 18 a 20 KV en B. (Fig. 18.)

Por medio del diodo DY y la capacidad parásita del tubo se obtiene una tensión continua en C de unos 18 a 20 KV. La capacidad parásita del tubo de imagen está formada por un condensador, cuyas placas son: una la pintura conductora, que existe en el interior del tubo, y otra la pintura exterior, conectada a masa; el dieléctrico es el vidrio del tubo de imagen que, debido a su espesor, aguanta perfectamente los elevados picos de tensión sin perforarse. Esta capacidad es del orden de unos 300 pF que, junto con la elevada impedancia del tubo, forman un buen filtraje. (Fig. 19.)

La resistencia a que equivale el tubo de imagen es:

Tensión aplicada: 18 KV.
Corriente que consume: 200 μA.

$$R \text{ equiv.} = \frac{18 \text{ KV}}{0{,}2 \text{ mA}} = 90 \text{ M}\Omega$$

En el diodo rectificador DY, por estar su cátodo a los 18 KV, no es posible alimentar su filamento con tensiones bajas como las restantes válvulas, porque la diferencia que se establecería entre cátodo y filamento destruiría a éstos; por ello, con un par de espiras, colocadas después del punto B, recogemos en forma de impulsos la tensión necesaria para calentar los filamentos que estarán a elevado potencial. (Fig. 18.)

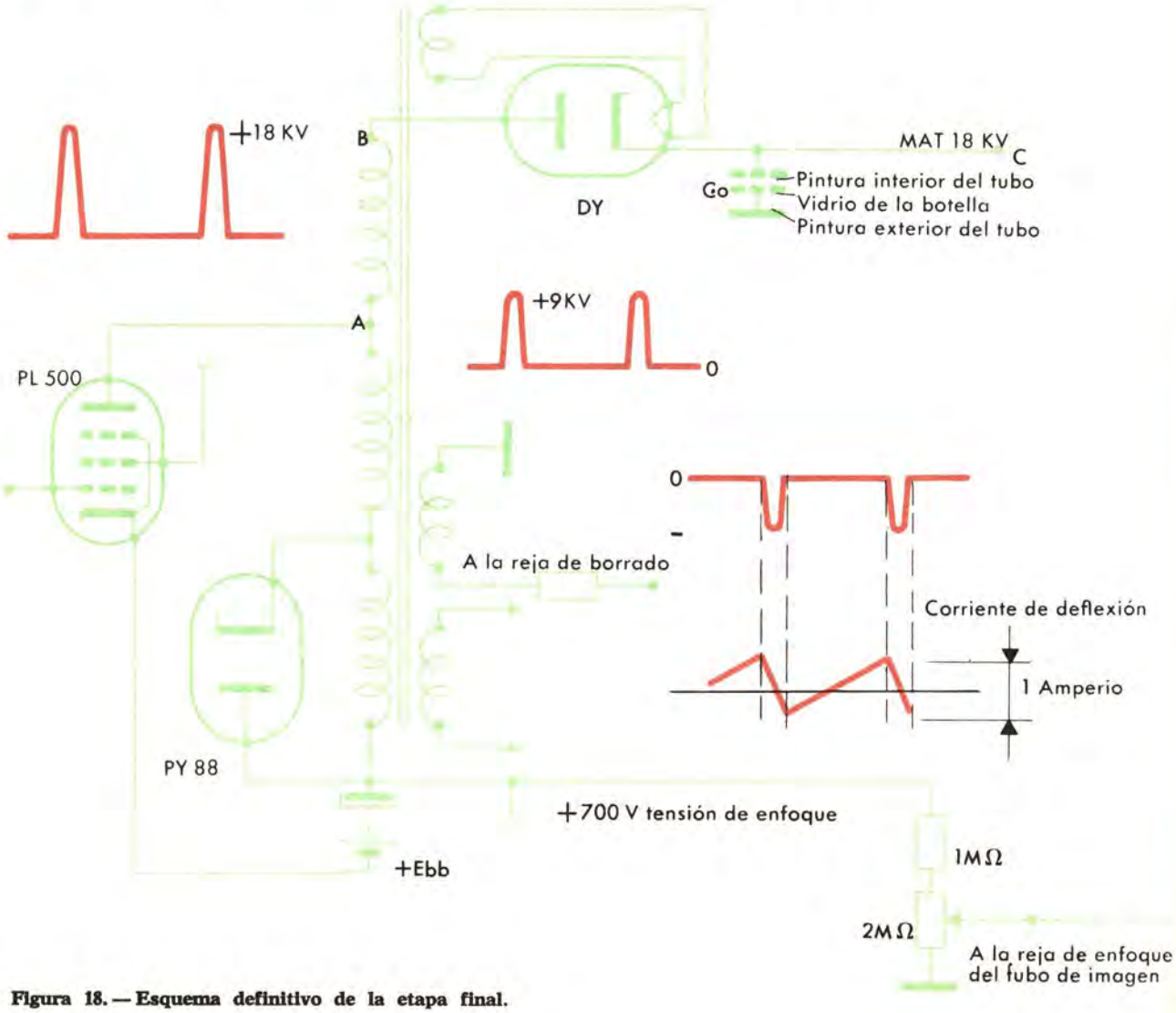


Figura 18. — Esquema definitivo de la etapa final.

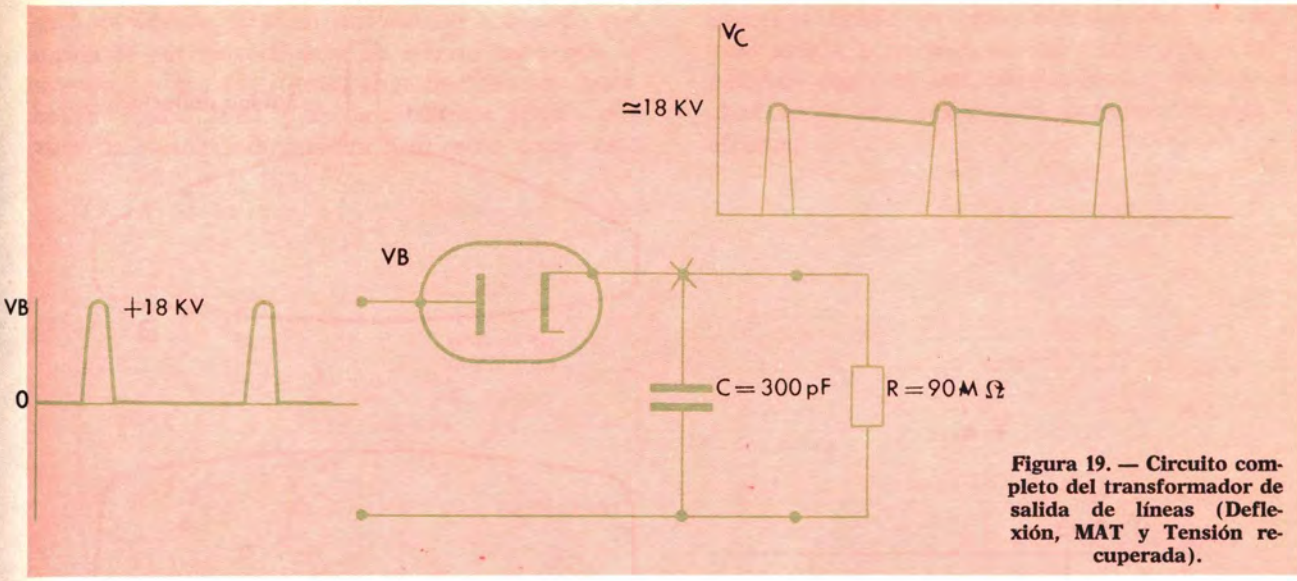


Figura 19. — Circuito completo del transformador de salida de líneas (Deflexión, MAT y Tensión recuperada).

Control de amplitud horizontal

Debido a las distintas tolerancias del circuito de salida, y principalmente de la impedancia de las bobinas deflectoras, puede resultar escasa o excesiva la corriente de deflexión; para ello se actúa sobre un conmutador de tres posiciones que selecciona generalmente el número de espiras del transformador de línea para que la corriente inducida sea la óptima, según se ve en la figura 20.

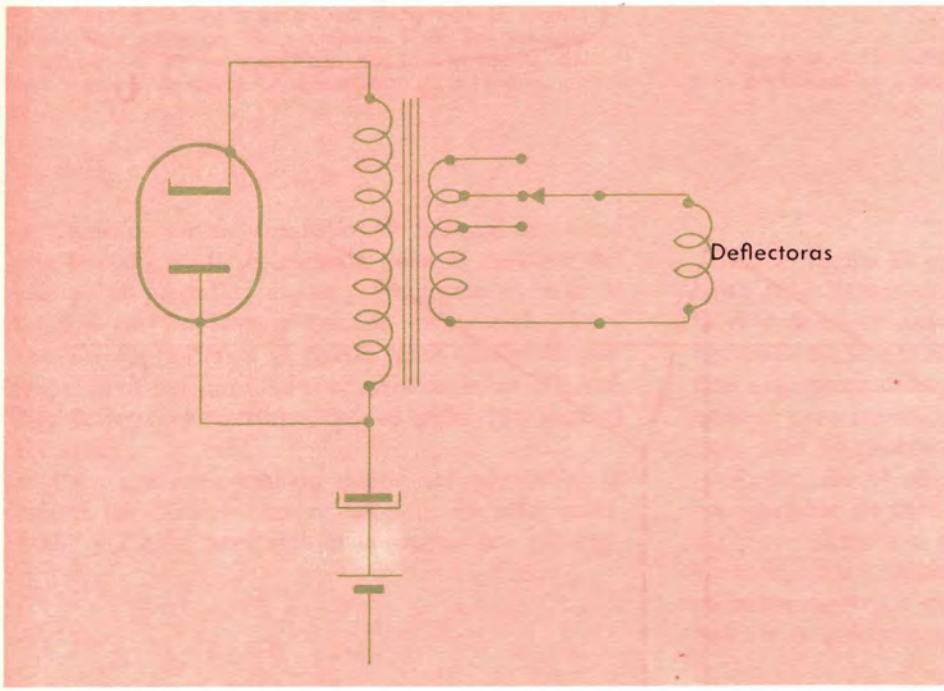


Figura 20. — Circuito de MAT.

Control de linealidad horizontal

Si la corriente que pasa por las bobinas deflectoras fuera perfectamente lineal en su variación produciría, en tiempos iguales, la misma variación de corriente, y el ángulo de desviación del haz sería el mismo, con lo cual, y debido a que la pantalla del tubo de imagen no es una esfera, los desplazamientos serían mayores en los extremos que en el centro, según puede verse en las figuras 21 a y b; para corregir esta falta de linealidad de barrido horizontal, es necesario que en los extremos del barrido la variación de corriente sea menor, como en la figura 21 c.

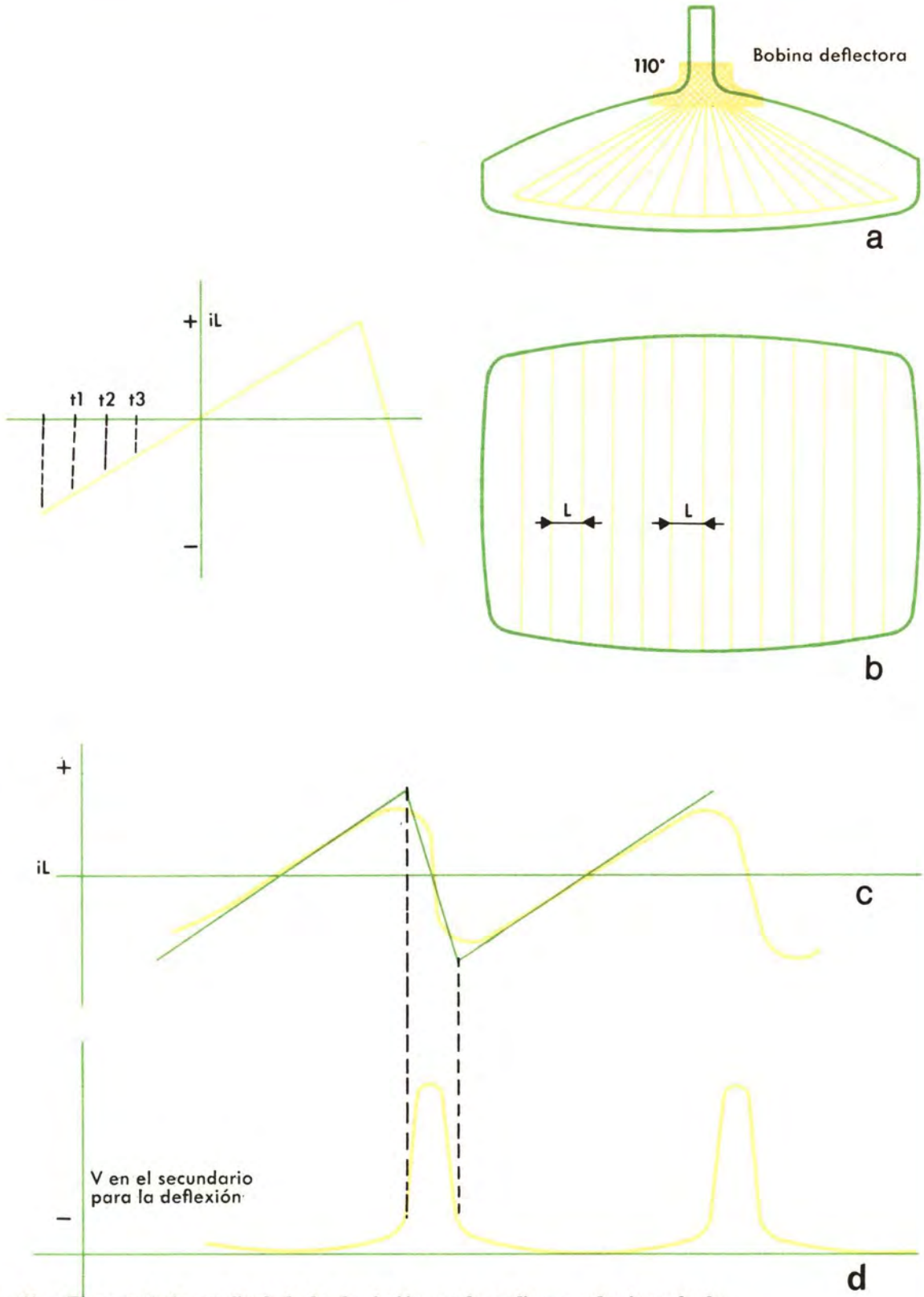


Figura 21. — El control de amplitud de la desviación puede realizarse seleccionando la toma en que se cubre la pantalla.

En realidad, puede decirse que el condensador de Booster, por estar en serie con el bobinado que forma la corriente diente de sierra, hace que la tensión no sea constante, sino ligeramente parabólica (figura 21 d), y así la corriente adopta por tanto la forma indicada en 21 c; pero como esto no es perfecto, se coloca una bobina con núcleo premagnetizado en serie con las deflectoras, lo cual ayuda a corregir la linealidad (fig. 23); en paralelo con esta inductancia suele colocarse muchas veces una resistencia para amortiguar sus efectos.

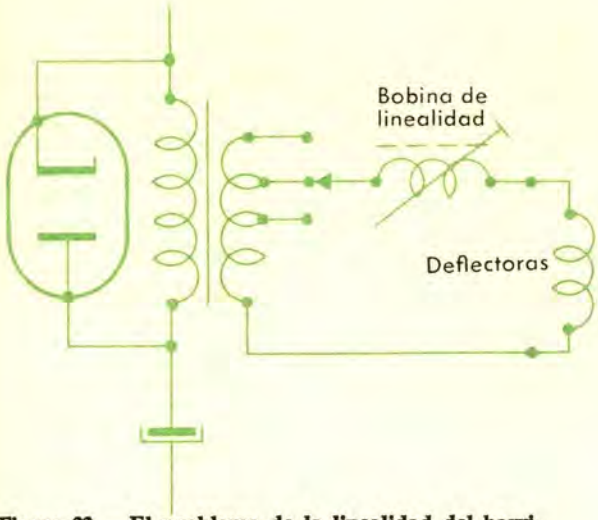


Figura 22. — El problema de la linealidad del barrido horizontal se resuelve disminuyendo el ángulo de desviación en los extremos. Esto se consigue disminuyendo la pendiente en los extremos del diente de sierra de la corriente de deflexión.

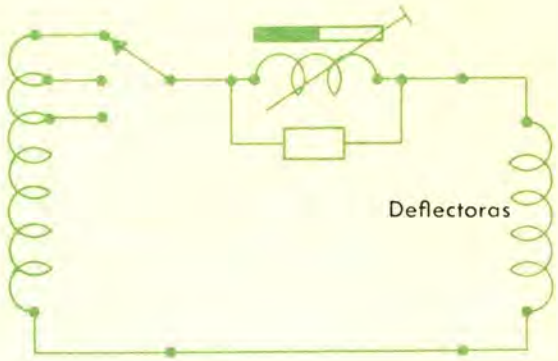


Figura 23. — La bobina correctora de la linealidad horizontal se coloca en serie con la deflectora.

Tensión de enfoque

Como es sabido, los tubos de imagen necesitan una tensión bastante elevada para el enfoque del haz en la pantalla; es muy frecuente utilizar la tensión de Booster o tensión recuperada. Para este fin, en la figura 18 puede verse que en la parte positiva del condensador existen unos 700 voltios de tensión continua, que se utilizarán para el enfoque.

Para que esta tensión pueda ser ajustable, se coloca un divisor con resistencia de alto valor, 1 MΩ y 2 MΩ, para que el consumo sea mínimo.

Impulsos de barrado

Inicialmente se advirtió que en la exploración de la pantalla del tubo de imagen, el retroceso no era visible, porque se bloqueaba el cañón de electrones durante este período. Esto se consigue aplicando en una reja del cañón de electrones, durante el tiempo de retroceso, un impulso de tensión negativa, que se obtiene con un secundario en el transformador de línea.

Circuito de desviación horizontal transistorizado

En la figura 24 se indica el esquema de un circuito transistorizado de salida horizontal, excepto la válvula rectificadora de MAT que, al tener que aguantar tensiones inversas muy elevadas, hace difícil encontrar diodos apropiados, porque aunque existen para tal fin, momentáneamente son caros. Esto sólo es problema de tiempo, no tecnológico.

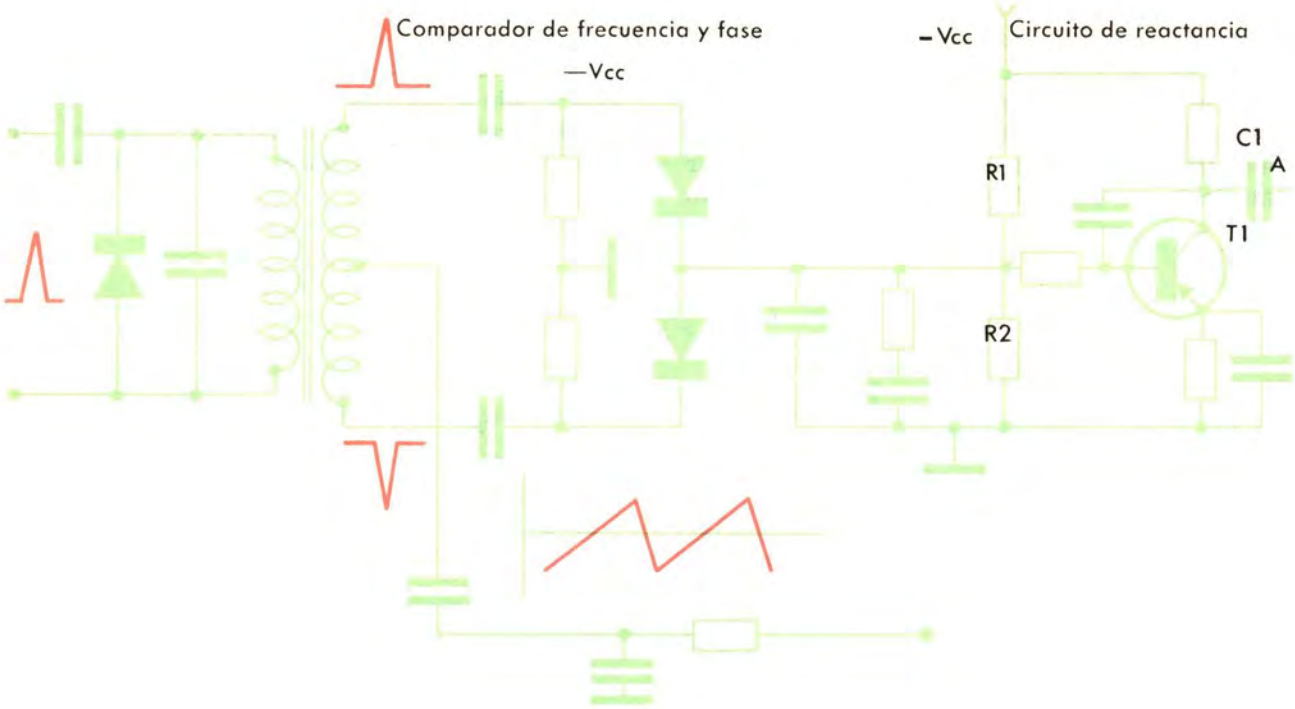
Revisando el circuito vemos que la parte del comparador de fase y la del circuito de reactancia y oscilador son muy parecidos a los descritos en la etapa de válvulas. El paso de salida es básicamente diferente en cuanto a la forma de las señales y la colocación del condensador de Booster.

Comparador de frecuencia y fase

Es idéntico al descrito anteriormente en el circuito de válvulas.

Circuito de reactancia

Solamente se ha sustituido la válvula por un



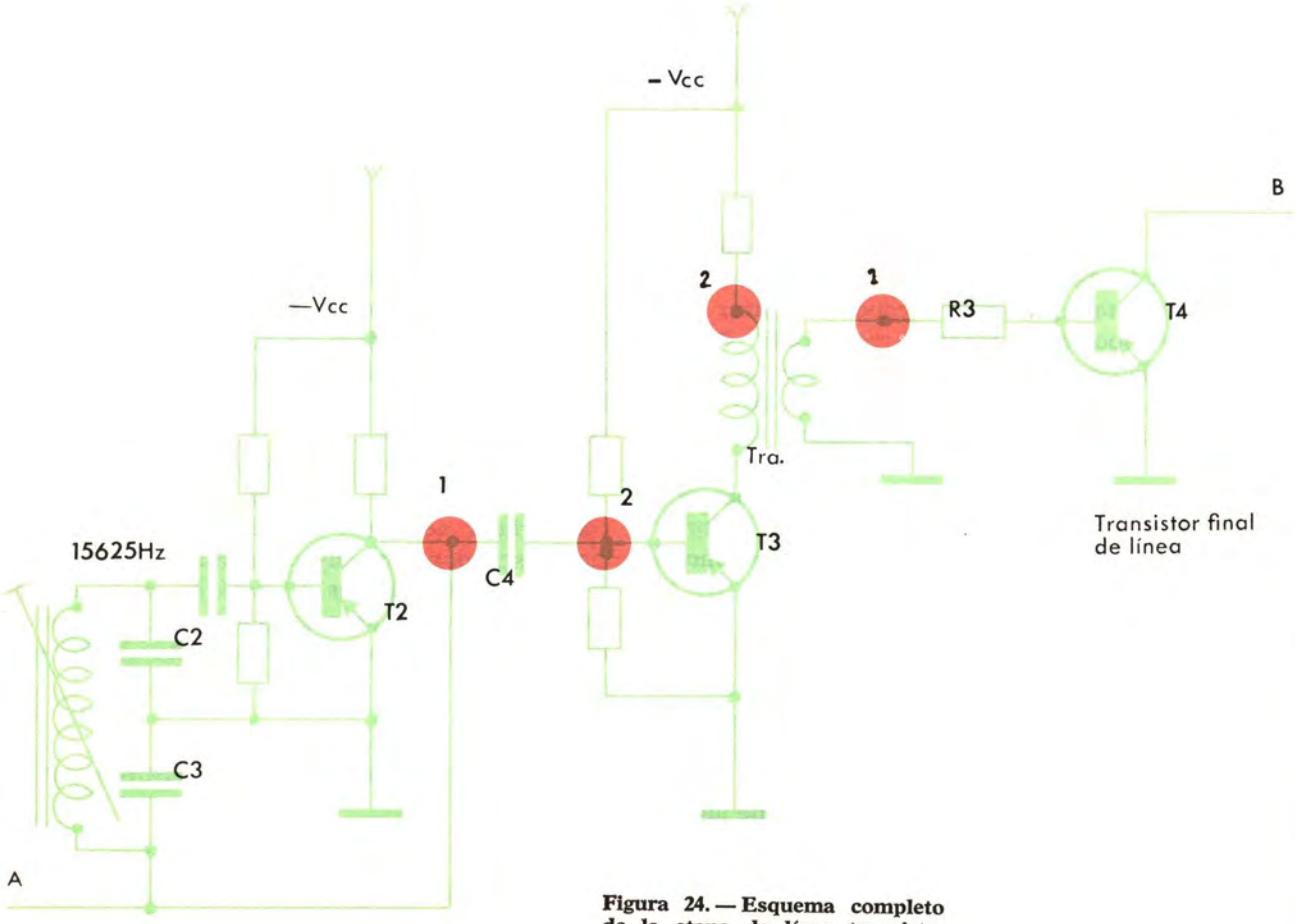


Figura 24. — Esquema completo de la etapa de línea transistorizada.

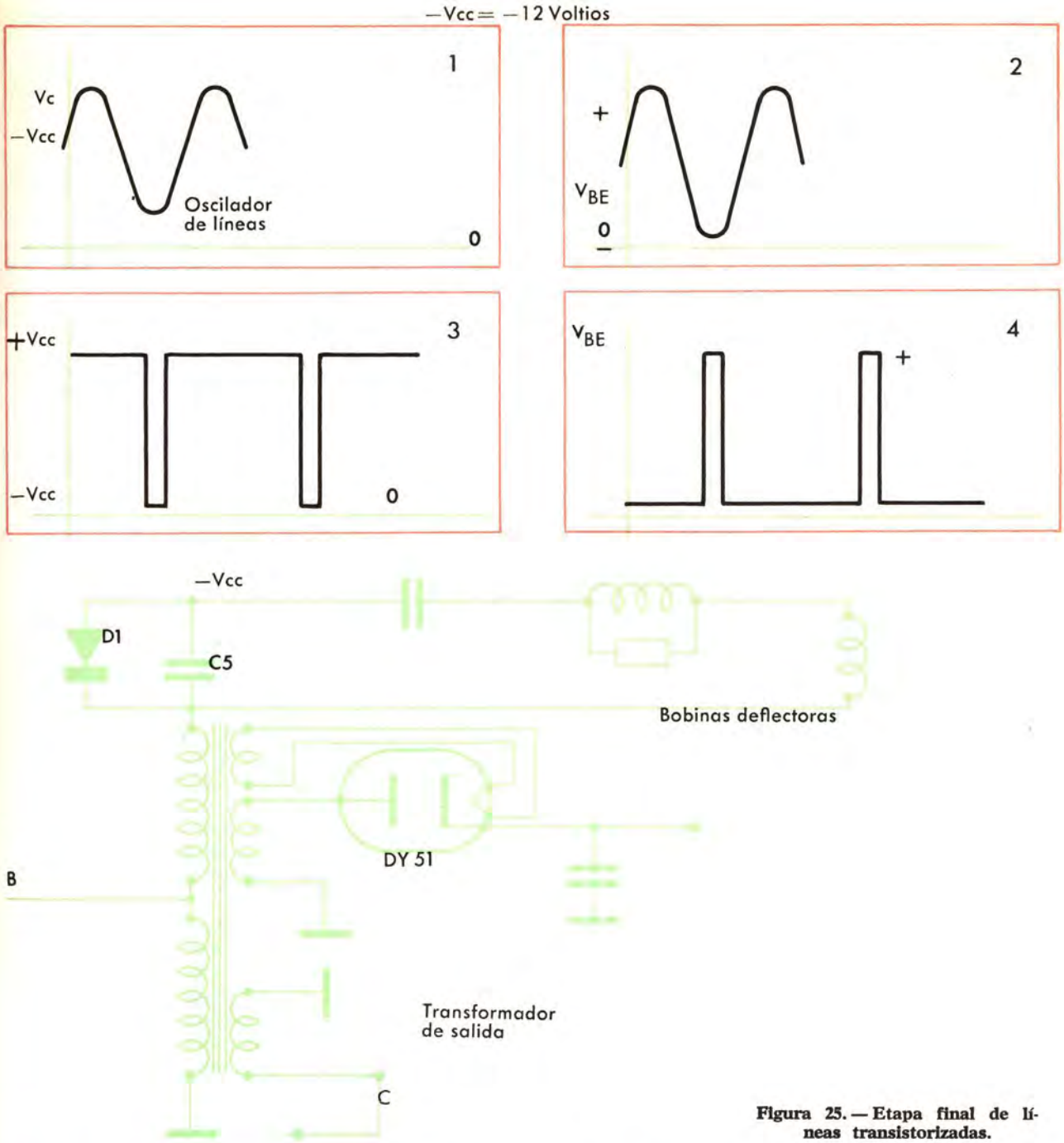


Figura 25. — Etapa final de líneas transistorizadas.

transistor, pero el circuito tiene el mismo funcionamiento. R_1 y R_2 constituyen la polarización de base y C_1 es el condensador de paso.

Oscilador de línea (f = 15.625 Hz)

Es un oscilador Colpitts, puesto que la toma de realimentación se realiza por medio de dos condensadores C_2 y C_3. En el punto 1 la senoide es perfecta, de unos 10 voltios pico a pico si la alimentación es de 12 V. El condensador C_4 es de paso y en el punto 2 al llevar tensión negativa fija la senoide al conducir en los picos negativos.

En el colector del transistor T_3 (punto 3) aparece una tensión, como se indica, puesto que al conducir se satura y la tensión baja a casi cero voltios; luego, durante el resto de la senoide de base ya es positiva y el transistor permanece por lo tanto al corte, y la tensión en colector a $-V_{cc}$ voltios.

El transformador (transf. 1) se utiliza para adaptar las impedancias de colector de T_3 a base del T_4 y para invertir los impulsos que ha formado el transistor T_3. Recuérdese que la impedancia colector-emisor de un transistor es alta y la de base-emisor baja.

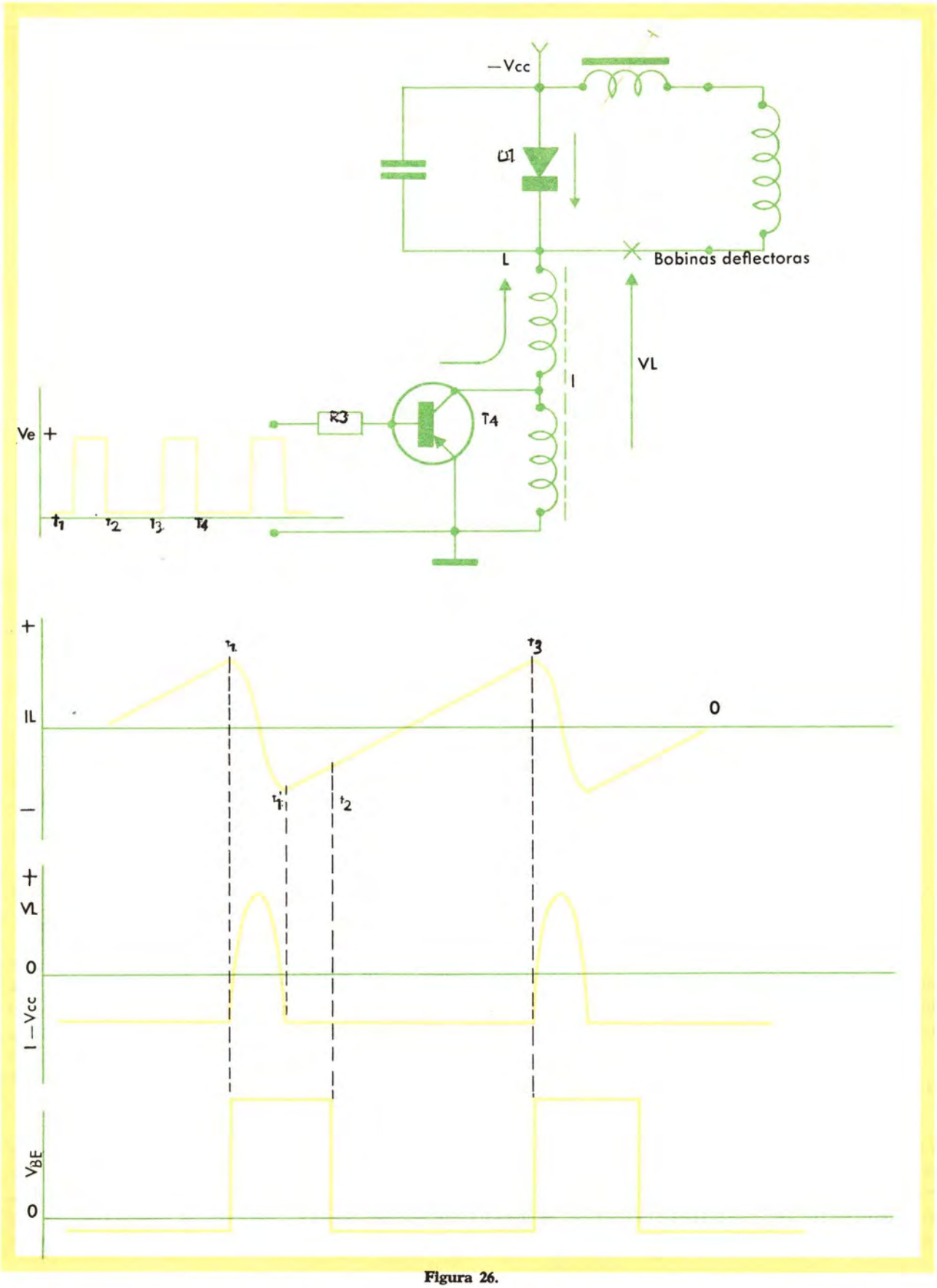

—Vcc
D1
L
Bobinas deflectoras
VL
I
R3
T4
Ve +
t1
t2
t3
t4
+
IL
—
t1
t3
0
t1'
t2
+
VL
0
I —Vcc
VBE
0

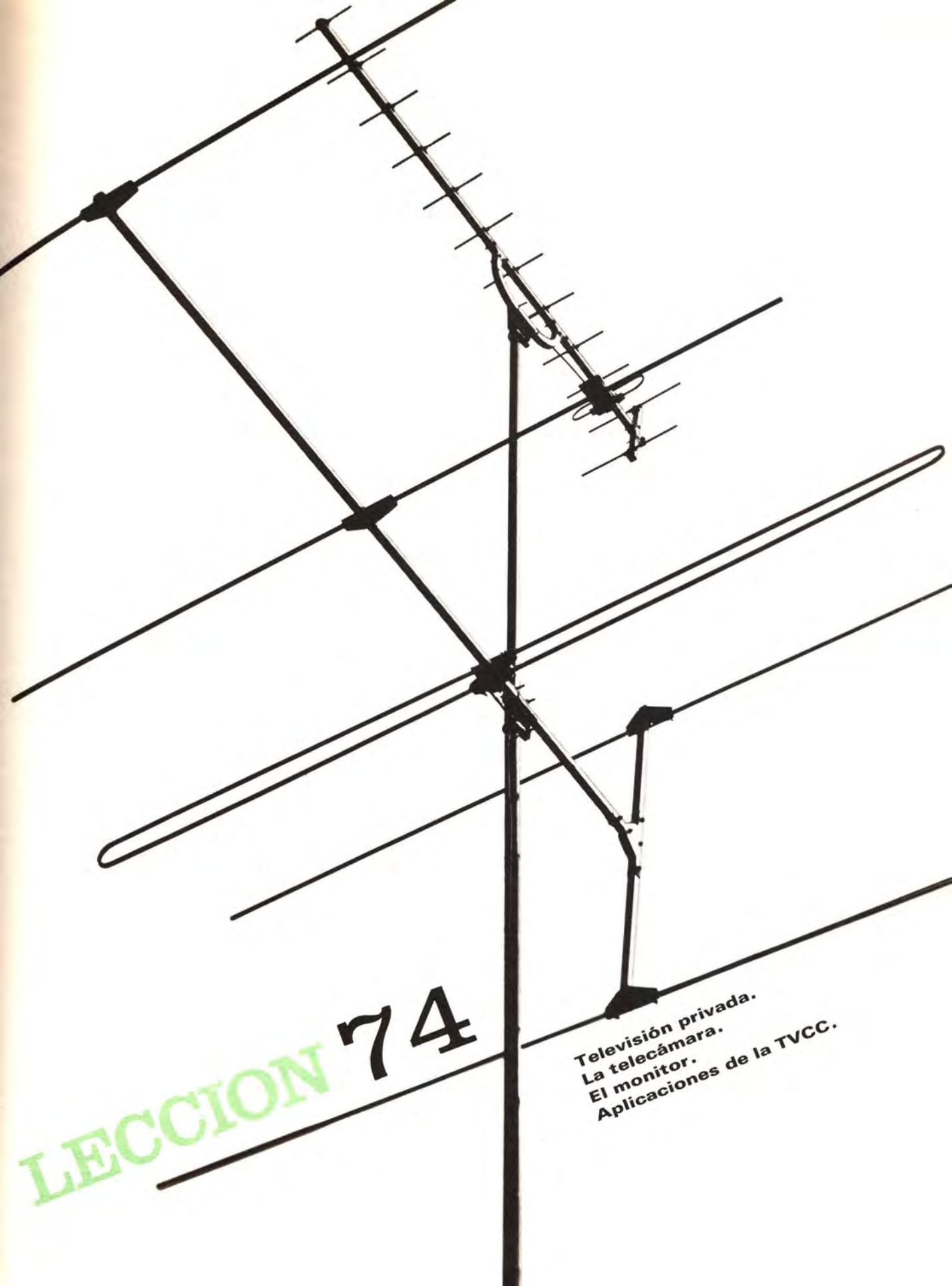
Figura 26.

Circuito final de salida o de línea

En la figura 26 tenemos el circuito final y el trasformador de líneas; la tensión del secundario de transf. 1, es la que se aplica entre base y emisor. Durante los períodos t_2 a t_3 el transistor está conduciendo, puesto que la tensión base-emisor es ligeramente negativa, y la resistencia R_3 está para limitar la corriente de base. Como la tensión de entrada es constante (V_{BE}), la corriente que pasa por el colector es uniformemente creciente.

En t_3 la tensión de base se hace positiva y el transistor deja de conducir corriente bruscamente.

Debido a ello se provoca la oscilación de L con su capacidad parásita, pero cuando V_L tiene que ser más negativa que la tensión de alimentación $-V_{cc}$, el diodo D_1 (diodo recuperador) se pone a conducir y queda la tensión V_L fijada otra vez a $-V_{cc}$; esto ocurre en el instante t_1; luego en t_2, cuando la tensión base-emisor en el transistor vuelve a ser cero, conduce corriente de colector y el ciclo se repite.



LECCION 74

Televisión privada.
La telecámara.
El monitor.
Aplicaciones de la TVCC.

PRINCIPIO Y APLICACIONES DE LA TELEVISION EN CIRCUITO CERRADO

TELEVISION PRIVADA

Sabemos que el problema de las retransmisiones de imágenes fue planteado hace ya unos decenios, y tomó forma práctica y penetró en la vida de todos hace sólo unos pocos años.

En todos los grandes descubrimientos o invenciones existe siempre un motivo central, una finalidad fundamental, que se alcanza con la realización de la obra de los científicos; pero, a medida que la novedad se afirma y empieza a ser parte de la vida del hombre, surgen y triunfan siempre nuevas aplicaciones propias de la ingeniería y tecnología, no imaginadas por el inventor, que llegan a ser más importantes que las que provocó el mismo invento. Ciertamente, Galvani estudió los principios fisiológicos de la corriente en las ranas y no sospechó lo más mínimo el enorme alcance futuro de estos primeros experimentos suyos. Los primeros estudiosos que realizaron la fisión del átomo no pudieron imaginar las infinitas posibilidades e incluso terribles que ésta permitiría realizar. Con la televisión está sucediendo también algo similar.

Nacida para proyectar en el espacio, a distancias de millares de kilómetros, imágenes vivas en el momento mismo de su producción, hoy en día tiene mucha aplicación y se utiliza además *para transmitir imágenes a pocos metros del punto de acción*, desde una estancia a otra, o desde plantas diferentes de un mismo edificio.

Seguridad y rapidez

Estas dos grandes características de la televisión permiten agilizar de manera notable el trabajo del hombre moderno, con objeto de garantizar la integridad humana y, en otro sentido, alcanzar metas de producción y de calidad cada vez más altas.

Hoy en día se instalan pequeñas telecámaras en cualquier lugar, en hospitales, escuelas, aeropuertos, etc., y en los bancos, en hornos de fusión y en los satélites artificiales.

Por tanto, para el técnico de televisión se abren cada día nuevas e interesantes vías de aplicación y, por este motivo, hemos considerado necesario, además de tratar de manera detallada y completa el aparato receptor de televisión, sus componentes, montaje, ajuste y defectos, *que hasta ayer formaban casi la única materia de estudio de la televisión*, adentrarnos también, aunque sea en términos generales, en esta nueva y fascinante rama de la TELEVISIÓN PRIVADA, que aunque hoy está en sus inicios mañana será de enorme importancia y de general difusión.

Entendemos por televisión privada la que se utiliza (capta, transmite, recibe y reproduce) por medios privados no dependientes de la televisión nacional (en España, la TVE). No obstante, en este sentido no incluimos las cadenas comerciales de televisión americana ni las emisoras «piratas» de TV en aguas internacionales del mar del Norte, dirigidas al público inglés, por ejemplo, ya que sus sistemas de transmisión son similares a los nacionales respectivos.

Es decir, entendemos por televisión privada la utilizada con fines profesionales privados en un sector privado. En general, esta televisión privada es la que también se denomina TELEVISIÓN EN CIRCUITO PRIVADO TVCC, pero de entrada no hemos querido definirla así porque algunas aplicaciones como la televisión educativa y la hotelera utilizan sistemas mixtos en combinación con los sistemas

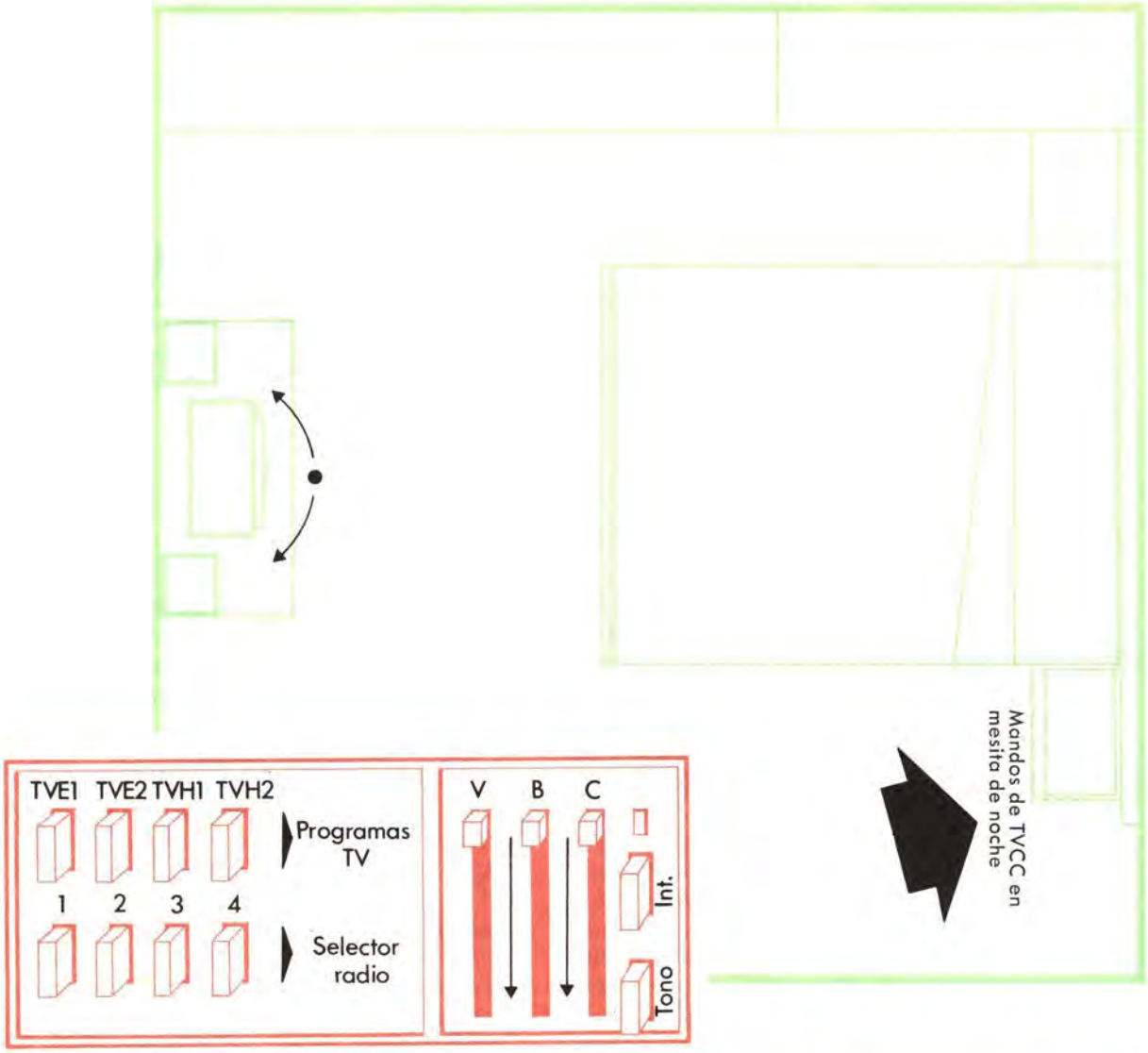


Figura 1. — Instalación típica de telerradiodifusión **en la habitación de un hotel.**

nacionales. En sí misma la TVCC transmite las señales captadas por la cámara, por medio de cable coaxial hasta el televisor o monitor; este sistema es el general y verdadero objeto de esta lección.

La televisión privada, por sistemas mixtos nacionales y de circuito cerrado, se utiliza cada vez a mayor escala en la enseñanza y en los hoteles.

Así, la televisión educativa puede ser del tipo simple con una buena antena, recibiendo los programas generales educativos de TVE y empleando televisores normales en las aulas o sala a propósito o bien, puede ser del tipo especializado en que el tema de la lección se capta en directo en el mismo centro (por medio de una cámara) o se reproduzca por un telefilm o por magnetoscopio en dicho centro, enviándose por cable coaxial a los televisores o monitores de las mismas aulas. Dentro de este concepto de televisión educativa merece especial mención la TVCC en hospitales anexos a facultades de medicina, pues gracias a ella las intervenciones quirúrgicas efectuadas por los doctores-profesores pueden seguirse en el aula por los estudiantes. Como hemos indicado, la televisión educativa puede utilizar programas nacionales o lecciones privadas.

En los hoteles de cierta categoría se está extendiendo la televisión privada con sistemas mixtos de programas nacionales y programas propios. Así, en España existen varios hoteles en que cada habitación (fig. 1) dispone de un televisor orientable «sin mandos», el cual se gobierna desde la mesita de noche por medio de un conmutador en que se puede elegir, por ejemplo: el primer pro-

grama VHF de TVE, el segundo programa de TVE en UHF, el programa interior de la sala de espectáculos del hotel, el programa interior que da una película, etc.

La televisión de circuito cerrado nació gracias a la creación de los modernísimos y pequeños tubos de toma del tipo «vidicón» o «plumbicón», los cuales permiten la realización de telecámaras no más grandes que un tomavistas cinematográfico de 8 mm.

Los tipos más modernos pueden conectarse directamente al monitor, que puede ser también un televisor común, sin exigir una central intermedia, y no cuesta más del doble de un televisor de buena calidad.

Además, estos equipos necesitan un mantenimiento casi nulo, y pueden funcionar de manera ininterrumpida durante ciertos períodos de tiempo muy largos.

Una de las características determinantes del éxito de la televisión industrial reside en la posibilidad de hacer las tomas sin necesidad de aparatos especiales de iluminación, prácticamente en cualquier condición de luz.

Una contribución definitiva a la compacidad, manuabilidad, resistencia y bajo consumo ha sido la adopción de transistores en la realización de las telecámaras modernas. Hoy en día puede decirse que todas estas instalaciones, hasta las más recientes en colores, están totalmente transistorizadas, y utilizan paneles rápidamente desmontables, que facilitan eventuales operaciones de conservación y reparación.

También, la telecámara puede ver, con determinados dispositivos, lo que no puede captar el ojo humano, utilizando tubos vidicón especiales, sensibles a los rayos infrarrojos y ultravioletas.

Hoy en día las imágenes de televisión, tomadas desde el aire o desde el espacio, juegan un importante papel en la vigilancia de la Tierra y de su espacio circundante. Las imágenes tomadas en los vuelos «Gémini» y «Apolo» han resultado ser de gran valor para los geólogos, informando sobre la composición de grandes superficies de la Tierra. Y las imágenes de televisión enviadas por los satélites meteorológicos posibilitan las previsiones del tiempo a largo plazo.

Pero estas imágenes se toman con una banda de longitudes de onda más bien estrecha, principalmente la parte del espectro electromagnético, que corresponde a la luz visible. Ahora se piensa en un equipo espacial capaz de producir imágenes a las frecuencias correspondientes a la luz infrarroja, ultravioleta y a las microondas.

Estos sistemas darán a los científicos nuevos tipos de información sobre la Tierra y sus recursos. Todos los objetos de la superficie del globo absorben, reflejan y emiten energía electromagnética a diferentes longitudes de onda. Cualquier objeto puede aparecer claramente a una frecuencia y ser invisible a otra. En otras palabras, cada uno tiene su *firma espectral* y, tomando imágenes simultáneas en varias bandas, es posible descubrir características no aparentes en la gama de luz visible. El análisis de estos datos revelará grandes diferencias entre objetos aparentemente idénticos. Y así pueden aprenderse muchas cosas sobre sus propiedades físicas y químicas.

Pero este estudio no es fácil. Desde hace miles de años, el hombre ha acumulado experiencia en la interpretación de lo que ve con los ojos, pero hace tan sólo unas décadas que ha empezado a «ver» con luz infrarroja o ultravioleta.

Los satélites de observación de recursos terrestres tienen aplicación en:

— *Agricultura y selvicultura.* Las cosechas y los árboles «sanos» pueden distinguirse de los «enfermos» y determinarse así el mejor aprovechamiento de las tierras de cultivo, por medio de prospecciones del suelo hechas con cámaras a bordo de satélites. Pueden determinarse automáticamente las diferentes clases de cosechas y predecirse su rendimiento agrícola. También se detectan rápidamente los incendios forestales.

— *Oceanografía.* La distribución de los témpanos de hielo, las temperaturas superficiales del océano, el curso de las corrientes y datos sobre la biología marina pueden ser vigiladas por televisión y con sistemas de infrarrojo y microondas.

— *Geología.* Las características geográficas a escala continental se observan mejor desde una nave espacial en órbita. Las fracturas y las fallas, por ejemplo, aparecen mejor en las imágenes de radar y TV que en las fotografías visuales. Ambos tipos de observación pueden ayudar a localizar petróleo y depósitos minerales. Imágenes repetidas en el infrarrojo y con luz visible pueden indicar fuentes de energía geotérmica, movimientos de la corteza terrestre y las anomalías que preceden a desastres naturales: terremotos, corrimientos de tierras y erupciones volcánicas.

— *Hidrología.* La observación de las acumulaciones de nieve y hielo dará estimaciones más exactas de las reservas de agua. Puede también vigilarse la superficie de los lagos, ríos y estanques, con grandes beneficios para los programas de control de inundaciones, control de polución, irrigación y reservas de energía.

Los beneficios potenciales de un sistema de vigilancia de los recursos naturales sobrepasan con mucho los costes de su desarrollo y funcionamiento.

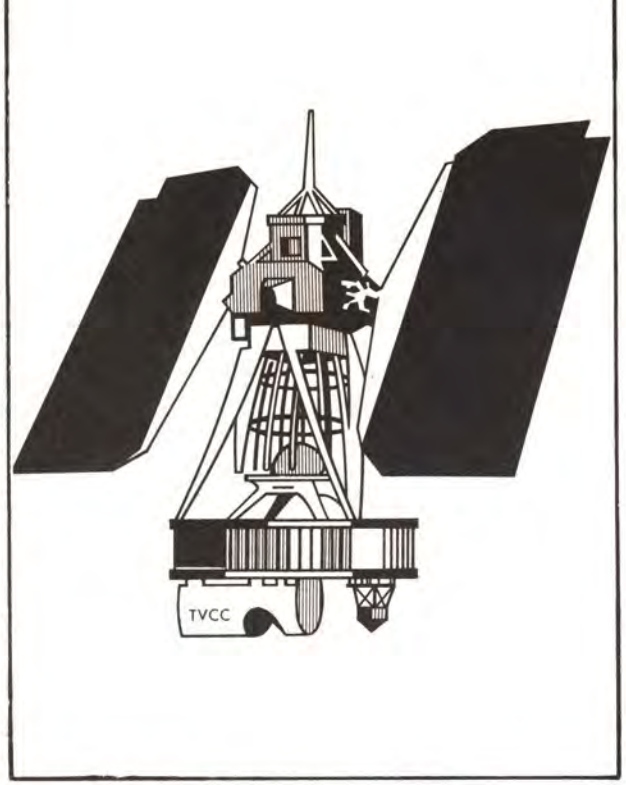


Figura 2. — Satélite Nimbus modificado, con cámara exploradora multiespectral, situada debajo de la base (General Electric).

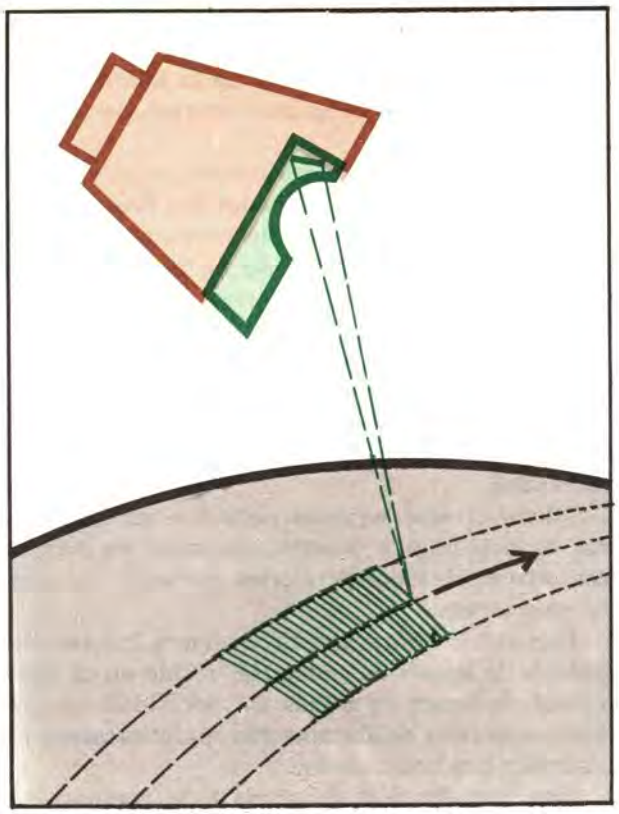


Figura 3. — La cámara multiespectral explora transversalmente, por medio de un espejo oscilante, cada franja de visión en el recorrido fijado por la órbita del satélite de la figura 2 (Hughes).

Los satélites meteorológicos, como «Tiros» y «Nimbus» (fig. 2), observan la Tierra con cámaras de televisión y, a partir de la luz solar, toman vistas a gran escala que son enviadas a la Tierra y sirven para confeccionar las previsiones del tiempo a largo plazo.

Un satélite de recursos terrestres observará también nuestro planeta y lo hará con cámaras de televisión que podrán distinguir detalles físicos con un alto grado de definición. Y, lo que es más importante aún, los dispositivos sensibles serán capaces de «ver» todo el espectro de frecuencias, desde el ultravioleta hasta las microondas, pasando por la luz visible y la infrarroja. Su finalidad es dar cuenta exacta del estado de las cosechas en todo el mundo, los bosques, las formaciones geológicas y las reservas de agua o cualquier otra cosa que pueda ser de interés.

El sistema sensor será un sistema de televisión multiespectral, a base de tres cámaras con vidicón de haz de retorno fabricado por RCA. El sistema es capaz de trabajar en funcionamiento continuo, con salidas de señal para transmisión inmediata a una estación terrestre, y para grabación en cinta magnética para transmisión diferida.

El satélite llevará también dos magnetoscopios de banda ancha para almacenar datos. Las imágenes captadas por un satélite de recursos terrestres son muy distintas de las que envían los satélites meteorológicos. Estos últimos ven todo el globo con cámaras provistas de objetivo gran angular. En cambio, los satélites de recursos terrestres toman imágenes de secciones de 160 × 160 km. Así, el satélite, que seguirá una órbita aproximadamente polar, fotografiará una franja de 160 km de ancho.

Cada uno de los tres vidicones que componen el sistema sensor del satélite recibe sólo una parte del espectro, gracias a un filtro óptico apropiado (fig. 5).

Los tres vidicones del satélite están cuidadosamente sincronizados y mecánicamente alineados para captar la misma región de la Tierra, con obturadores idénticos que expondrán simultáneamente los tres tubos con tiempos de unas milésimas de segundo.

En la cámara multiespectral, las imágenes se forman barriendo el objeto con un espejo oscilante (fig. 3).

Los magnetoscopios del satélite deben tener una banda pasante muy ancha para recibir los datos del sensor y las cabezas magnéticas deben tener una gran resistencia al desgaste.

Otra posibilidad consiste en que un cierto número de satélites *sincronos* podrá utilizarse para retransmitir datos de los satélites de recursos te-

Figura 4. — Satélite OgO en el que se aprecian las tres aberturas de toma de imagen de televisión por medio de tres tubos vidicones (TRW).

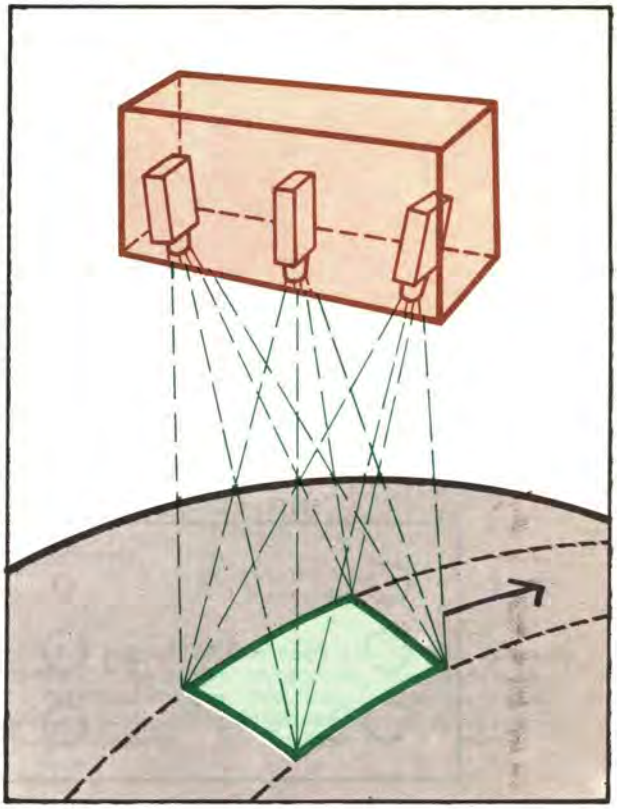


Figura 5. — Sistema de exploración por medio de tres vidicones sobre una franja de terreno situada bajo el satélite (RCA).

rrestres. Entonces no se necesitarán magnetoscopios a bordo. Los datos serán enviados al suelo directamente o a través de un satélite sincrono.

La instalación de «circuito cerrado»

Una instalación de televisión industrial está formada por un determinado número de componentes, que en la práctica, incluso, pueden ser reunidos por la misma telecámara, pero que deben estar presentes para garantizar la formación y el control de la imagen (fig. 6).

El equipo está formado por los siguientes componentes:

1) La telecámara.

2) Circuitos de alimentación de la telecámara.

3) Circuitos y aparatos para el control de la imagen.

4) Circuitos y aparatos para la formación de la imagen.

5) Circuitos para el envío de la imagen con las correspondientes señales de sincronización.

6) Eventuales aparatos y circuitos para el mando de la telecámara.

La telecámara

Pequeñas, compactas, de línea modernísima, las telecámaras normales para TVCC parecen hoy en día más un tomavistas super 8 que aparatos electrónicos.

Su volumen viene determinado por el tubo utilizado para la formación de la imagen, pero por lo general es siempre muy reducido.

Desde el punto de vista constructivo existen dos tipos de telecámara:

1) Con complejo de desviación del haz electrónico incorporado (fig. 7).

2) Con central de control separada, desde la que se envían por medio de cables las corrientes de deflexión necesarias (fig. 8).

Como es natural, este segundo dispositivo de toma de imágenes es mucho más pequeño que el primero y superan en muy poco las dimensiones del propio tubo de rayos catódicos.

Estos diversos detalles, que influyen de manera más o menos grande en la dimensión de la telecámara, condicionan la elección de un tipo u otro de aparato de toma sobre la base de la aplicación que ésta deberá recibir. Dicho de otra manera,

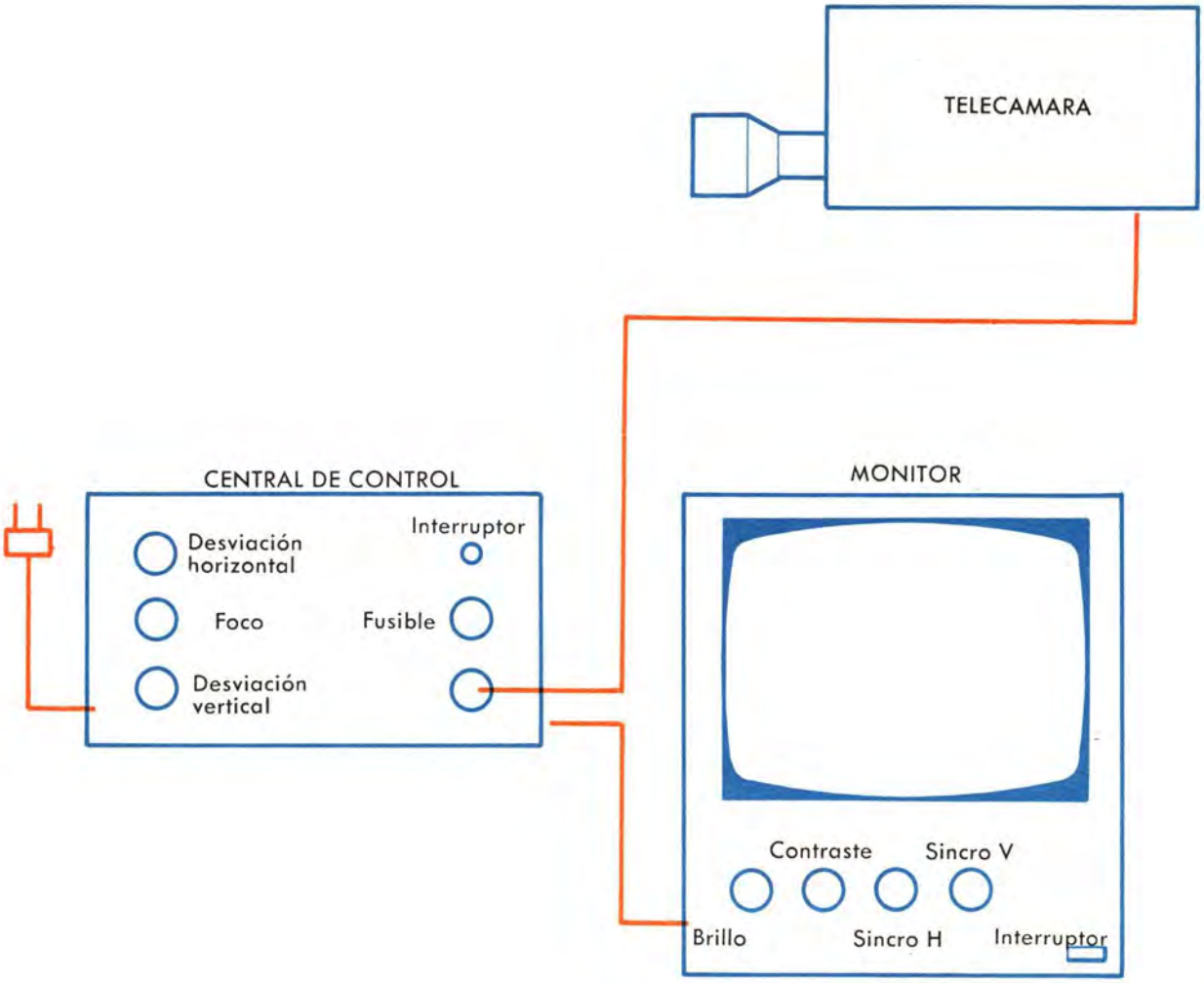


Figura 6. — Equipo genérico de una instalación de TV en circuito cerrado.

en el momento de la elección del tipo de instalación a hacer se tendrá en cuenta, además de las características de equipo, la dimensión con vistas al resultado final. A veces, para obtener imágenes instalando una telecámara en un espacio reducido, se está dispuesto a sacrificar la calidad de la imagen final, reduciendo de la mayor manera posible el volumen del aparato de toma. Otras veces, en cambio, es posible disponer del suficiente espacio (y coste) y se puede pretender un nivel cualitativo de las imágenes mucho más alto. Sobre estas bases, se pueden definir dos tipos fundamentales de telecámara: las equipadas con tubo vidicón y las que utilizan tubo orticón.

Figura 7. — Telecámara clásica en TVCC para interiores. Está dotada de un tubo vidicón y puede observarse el objetivo regulable (Magneti Marelli).

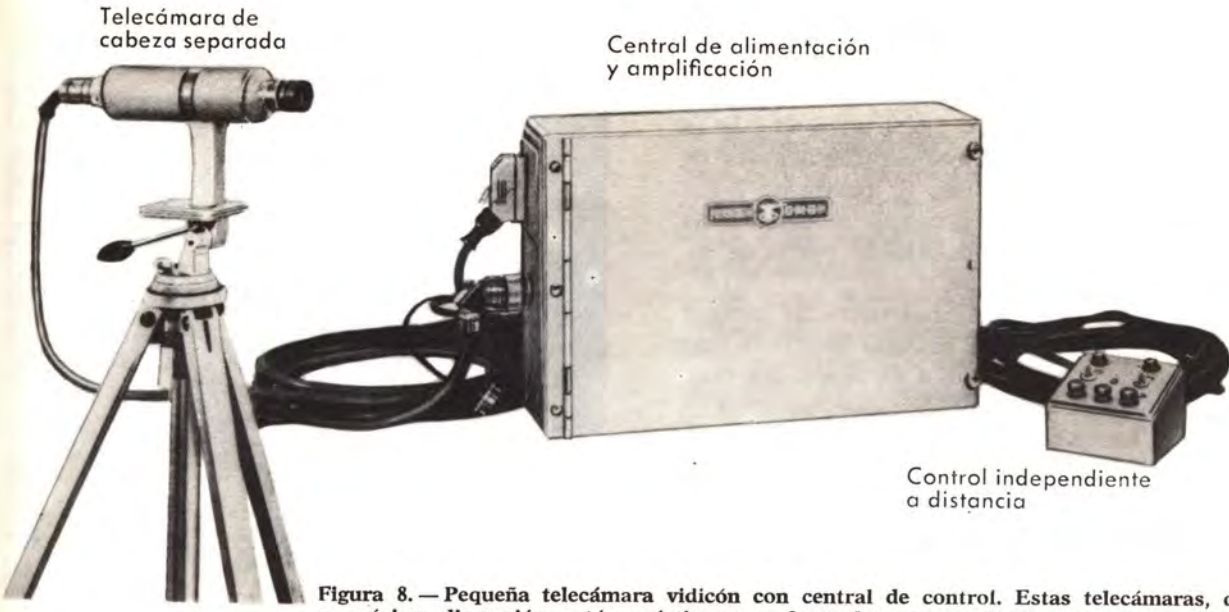


Figura 8. — Pequeña telecámara vidicón con central de control. Estas telecámaras, dada su mínima dimensión, están prácticamente formadas por el objetivo, el tubo de toma y las bobinas de foco electrónico y de deflexión del haz. Por tanto, todos los impulsos necesarios para la deflexión se generan en la central y se gobiernan por mando a distancia (Fernseh).

TELECAMARA VIDICON

Es de tamaño reducido y su coste económico, pero también su calidad es menor. Aun siendo muy sensible, lo es notablemente menos que las que utilizan tubos de imagen orticón (figs. 9-10).

Con un objetivo standard de abertura 1, 9, la *telecámara vidicón* permite tomar imágenes con niveles de iluminación de 50 lux, suficientes en la mayoría de situaciones incluso con luz artificial.

Por lo tanto, las telecámaras con tubos vidicón son adecuadas para tomas en condiciones normales de luminosidad y con individuos en movimiento no muy veloz, dada la persistencia relativamente larga de la imagen en el tubo vidicón.

Los sujetos muy veloces dejarían en la pantalla estriaduras molestas, sobre todo en las zonas de máxima luminosidad.

El consumo de telecámaras normales vidicón es poco mayor que el de una lámpara común de incandescencia, alrededor de 150 vatios.

Figura 9. — Esta y las imágenes que siguen son de notable interés para la valoración de los tubos de vidicón con respecto a los de imagen orticón. Esta figura ha sido tomada de un monitor que recibía la señal de una telecámara vidicón.

Figura 10. — La misma escena tomada de forma simultánea con una telecámara provista de tubo orticón. Resulta evidente la mejor calidad de esta imagen en relación a la de la figura 9.

TELECAMARA ORTICON

Presenta un volumen considerablemente mayor (fig. 11) que el tipo anteriormente descrito, y es más costoso, aunque proporciona un rendimiento muy superior. Permite tomas en condiciones de luz normalmente prohibitivas (a partir de 2 lux con objetivo 1, 9) y no presenta el defecto de «arrastre» de la imagen, admitiendo tomas de sujetos de movimiento rápido.

Las telecámaras que utilizan tubos de imagen orticón exigen además un circuito eléctrico más complicado, dada la necesidad de alimentar también a los ánodos del multiplicador, dispositivo que permite hacer tomas en condiciones de iluminación extraordinariamente bajas.

Con independencia del tipo de tubo adoptado, las telecámaras pueden estar provistas de un monitor incorporado, para el control directo de la imagen; en este caso irán también incorporados al panel del monitor los dispositivos de control de la imagen (fig. 12).

Figura 11. — Telecámara para toma de imágenes de gran calidad.

Consideraciones para la elección adecuada de la cámara

Las aplicaciones de la televisión en circuito cerrado son variadas y numerosas, pues la televisión en este caso es un instrumento de investigación, un auxiliar docente, una forma de comunicación comercial, un guardián de la vida y seguridad humanas, un medio asistencial médico, un sistema de promoción de ventas y una niñera electrónica.

La cámara juega un papel muy importante en la televisión en circuito cerrado.

Empecemos por hacer un minucioso repaso de todos aquellos factores que han de ser considerados como primordiales en la elección.

1.º *Iluminación de la escena:* condiciones de iluminación ambiental y dinámica. Algunos casos prácticos exigen que la cámara de TV trabaje en una zona donde la iluminación de escena se mantenga a nivel constante. Ejemplos típicos de tales casos los tenemos en la vigilancia de zonas de tráfico, salas de recepción, zonas de producción, plantas de casas de banca, bodegas y almacenes de mercancías. En todas estas instalaciones la luz artificial es la que primordialmente ilumina la escena. Es independiente de la presencia o ausencia de luz solar, por lo cual se reducen los efectos ambientales. Ello aparte de que cuando los locales están vacíos de público y el nivel ordinario de luz artificial desciende, lo acostumbrado es retirar de servicio a la cámara. Todo esto significa que en tales casos no hay que dotar a la cámara de TVCC de un circuito de control automático de sensibilidad, que no es otra cosa que un control automático de ganancia que ajusta el nivel de ganancia de los pasos amplificadores de la cámara en relación inversa a la cantidad de luz que llegue a la zona de mira, fotosensitiva, del vidicón.

Sin embargo, existen también numerosas ocasiones en que las cámaras de TVCC tienen que trabajar en exteriores. Es evidente que entonces las condiciones de luz ambiental y la dinámica de luz disponible para iluminación de escena son de muy amplios límites. Habrá veces en que se exija a la cámara que capte y transmita imágenes de una escena iluminada por luz solar directa y a los pocos minutos se le seguirá exigiendo que transmita las mismas imágenes con cielo encapotado y tormentoso, o de noche con luz de reflectores.

Si se sabe de antemano que la dinámica de iluminación va a ser de ese tipo, es esencial que la cámara utilizada en el sistema tenga buenas facilidades de *fotocompensación automática.* Advirtamos que todas las cámaras de TVCC ofrecen la posibilidad de ajuste manual de sus controles para permitir la fotocompensación necesaria. Sin embargo, salta a la vista que es poco aconsejable confiar dichos ajustes a personal no especializado en estos menesteres y, por otra parte, resulta antieconómico contratar personal experto para que cuide del continuo reajuste de la cámara cuando esa función puede realizarla con absoluta seguridad y sencillez un circuito electrónico.

2.º *Detalle de imagen:* resolución y definición. El no prestar a este factor tanta atención como

Figura 12. — Algunos tipos de telecámara están provistos posteriormente de un pequeño monitor, que permite al operador un control inmediato de lo que la telecámara está tomando. Este tipo es muy poco frecuente en TVCC, por cuanto, en general, los aparatos de toma televisiva industrial tienden a ser mandados eléctricamente, excluyendo la presencia de un operador.

merece es probablemente causa de sinsabores y desengaños, ante el resultado práctico del sistema de TV en circuito cerrado, mayor que cualquier otro punto que se descuide. El ingenuo tal vez se engañe por la excelente calidad, al parecer, de reproducción de imagen al contemplar ésta en televisores comerciales domésticos. Por el hecho específico de que los grandes titulares de los programas de TV y las letras de llamada de las diferentes estaciones emisoras son de fácil lectura, se puede generalizar erróneamente que cualquier texto podrá resultar igualmente legible en un monitor de TV de calidad equiparable a la del televisor doméstico. Nada más lejos de la verdad. El nivel de exactitud de un monitor, tratándose de videorreproducción, es equivalente, por ejemplo, al que alcanza un radiotransistor de bolsillo al reproducir música.

La resolución, o sea, el *número discernible de líneas* transmitidas por TV, es una de las claves del éxito de las cámaras de TVCC aplicadas a la «lectura» de minúsculos detalles. El número de líneas resolubles guarda relación con el ancho de banda de la cámara y, desde luego, con el sistema distribuidor asociado. Una regla empírica es que por cada *megaciclo de* un ancho de banda se resuelven 80 líneas TV, por lo cual uno de los mejores televisores comerciales con auténtica respuesta plana de 4,5 MHz sólo es capaz de resolver como máximo 360 líneas. Trabajando en microscopio o en la inspección de diminutas partículas, durante un proceso industrial, lo deseable son 800 líneas: banda de unos 10 MHz. Todo esto tratándose de ampliación de imagen. ¿Y cuándo hay que reducir la imagen?

Por ejemplo, si el servicio exige que se lean a fines de identificación números, letras, o cualquier otro símbolo pintado en los laterales de un camión o del vagón de un tren de mercancías, la capacidad resolutiva reviste aún mayor importancia en razón de que es obligado reducir la escena a tamaño mucho menor del natural.

Si no hay obstáculo para el empleo de un *teleobjetivo*, o para colocar la cámara en inmediata proximidad al objeto que haya que transmitir en imagen, puede servir una cuya capacidad resolutiva sea de 600 líneas. Hay que añadir que si no es absolutamente necesario que en la pantalla del monitor se puedan identificar esos datos, sino que basta con observar la presencia o ausencia de movimiento y reconocer la forma y perfiles del objeto móvil o estático, resulta, por lo común, adecuada una capacidad resolutiva de 300-350 líneas.

La definición tiene también mucha importancia en un sistema de TVCC. Contrariamente a la resolución, la definición es una característica subjetiva que no puede traducirse en números. Es una combinación de ciertas peculiaridades de cada cámara, como son: ruido intrínseco, escala de grises y geometría de haz. Cuanto más alta sea la relación señal-ruido, más lineal la escala de grises y más correcta la geometría de haz en toda la zona de exploración de la mira de vidicón, tanto mejor será la definición y calidad de conjunto de la imagen al contemplarla en un monitor bien ajustado.

Componentes de la telecámara

La telecámara, que puede ser de formas muy diversas, está protegida por lo general por una carcasa que contiene (fig. 13).

1) Tubo de toma.

2) Conjunto de bobina para el enfoque del tubo.

3) Conjunto para la deflexión horizontal y vertical y para la puesta a punto de la imagen.

4) Puede no contener el circuito de deflexión, en el caso de que se elimine la central de mando.

5) Preamplificador video, adaptado lo más cercano al tubo.

6) Panel para controles de deflexión y centrado, en el caso de telecámaras con deflexión incorporada.

7) El objetivo, además de otros accesorios.

Por el contrario, el objetivo montado en este tipo de aparatos es menos perfecto que el utili-

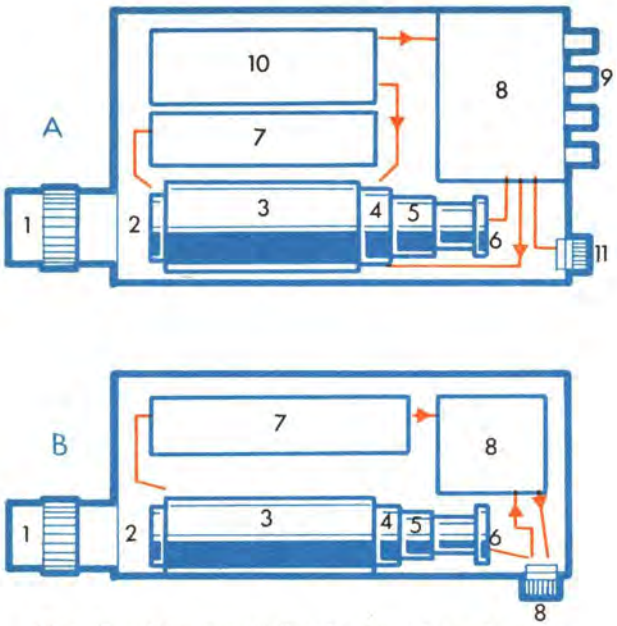


Fig. 13. — Representación de dos tipos de telecámara con y sin central incorporada.
A. Con central incorporada.
B. Con central separada.
(1) Objetivo; (2) vidicón; (3) bobina de enfoque; (4) juego de deflexión; (5) bobina de alineación; (6) base del tubo de toma; (7) preamplificador video; (8) circuitos y terminales de conexión; (9) controles de sensibilidad, alineación, centrado, etc.; (10) circuitos de deflexión horizontal y vertical; (11) conector de salida.

zado en tomavistas cinematográficos comunes de aficionados, por cuanto no es necesaria la nitidez absoluta, dado que la imagen está destinada a perder calidad en el análisis electrónico que se produce en el tubo.

En cambio, es muy importante la luminosidad que junto con el tubo usado condicionan la posibilidad de toma.

Son muy usados los objetivos de enfoque variable, que permiten abrazar un campo más o menos grande sin desplazar la telecámara, que por lo general se sitúa fija.

Los mandos correspondientes a las regulaciones del objetivo son por lo general automáticos, mandados por adecuadas unidades que proveen a:

1) Permitir el mando a distancia del enfoque para la elección de la zona de máxima nitidez. Esto es en particular útil cuando se usan objetivos de gran luminosidad que, por el contrario, dan escasa profundidad de campo.

2) Mando a distancia de la apertura del diafragma, para intervenir directamente en la regulación y aumentar así las posibilidades de toma en ambientes de grandes desigualdades de luminosidad.

3) Regulación automática del diafragma, para eliminar la regulación manual arriba descrita.

Figura 14. — Telecámara montada sobre dispositivo de giro, que permite variar el campo de toma en sentido vertical u horizontal. Es de advertir además el objetivo de enfoque variable («zoom»), mandado eléctricamente, que permite una aparente aproximación o alejamiento del sujeto (Magneti Marelli).

Dispositivos de giro

Los dispositivos de giro o alcance sirven para hacer girar a distancia la telecámara en el plano horizontal y en el vertical, y se utilizan principalmente:

1) Cuando se deben tomar sujetos para los que el ángulo de toma del objetivo no es suficiente para encuadrarlos por completo.

2) Cuando se deben explorar escenas muy extendidas o se tiene necesidad de explorar detalles de imagen, con una precisión superior a la facilitada por objetivos con campo más amplio. Estos dispositivos, provistos de motorcitos y tornillos sin fin, permiten hacer girar las telecámaras según ángulos de:

340° en el plano horizontal
90° (± 45°) en el plano vertical.

Se puede regular un predispositor en la instalación, con objeto de que las telecámaras sólo tengan dos alcances necesarios para la utilización a la que se dedique, para que los desplazamientos estén comprendidos en los valores indicados.

Estos aparatos se construyen en dos tipos básicos: uno destinado a ambientes cerrados (interiores) o bien protegidos, y el otro, por el contrario, de tipo hermético, para ser instalado en zonas expuestas a la intemperie. Como es natural, en este caso la telecámara deberá ser también del tipo protegido.

LA TELECAMARA PLUMBICON

Desde la introducción del tubo tomavistas plumbicón, las cámaras equipadas con este tubo se han extendido rápidamente por todos los sectores de la televisión industrial. Las extraordinarias cualidades de estos tubos radican en su:

— Alta sensibilidad.
— Bajo nivel de ruido.
— Ausencia de corriente oscura y emborronamiento, incluso en condiciones desfavorables de iluminación.

Gracias a estas propiedades. la calidad de la imagen producida por las cámaras plumbicón es en muchos aspectos tan buena como la obtenida con cámaras mayores de estudio.

Un paso lógico era equipar a esta cámara con un objetivo «zoom» tipo estudio y un monitor de encuadre, constituyendo así una cámara para tomas «vivas», económica, sencilla desde el punto de vista técnico y de manejo ligera, pero muy segura en funcionamiento.

Figura 15. — Telecámara PLUMBICON para «escenas vivas» (imágenes en movimiento) de alta calidad (Philips EL8012).

Con esta cámara no se trata de suplantar a las de estudio más grandes; los campos de aplicación de una y otras no se interfieren. Tanto por su precio como por su sencillez la nueva cámara puede prestar muy buenos servicios dentro del estudio, para el trabajo de presentadores y locutores y en el exterior, en vehículos de reportaje.

Por otra parte, esta cámara es ideal para las instalaciones de circuito cerrado, que se emplean en la enseñanza, en la investigación y en la industria.

La figura 15 muestra una de estas cámaras que para las aplicaciones de TVCC es del tipo de alta calidad; está dotada de visor parasol para la observación en el monitor que va incorporado en la parte trasera de la cámara, objetivo con sus mecanismos de control y ajuste, parasol de objetivo y tapa protectora y pie trípode orientable y desplazable.

Para la inspección y mantenimiento se tiene acceso a los circuitos quitando la cubierta de la carcasa. El monitor y la cámara constituyen bloques independientes que pueden extraerse con facilidad.

Las telecámaras para TVCC en color

En ciertas aplicaciones de la TVCC es de gran interés utilizar la televisión en color no sólo desde un punto de vista de espectáculo, sino, principalmente, para fines educativos (por ejemplo, en medicina para la observación de las intervenciones quirúrgicas) o industriales (por ejemplo, para la observación del color crítico del metal fundido en el convertidor de un alto horno).

Así, la figura 16 muestra el interior de una cámara de televisión estudiada especialmente para TVCC. Es del tipo fundamental ya descrito en el inicio del estudio de la televisión, a base de objetivo único y prisma de espejos dicroicos con tres tubos vidicones.

La cámara está provista de un objetivo de foco variable («zoom») entre 25 y 250 mm, que se controla a distancia desde el gabinete de mando o desde un dispositivo conectado en paralelo con este gabinete.

El objetivo de foco variable montado en esta cámara tiene una distancia posterior suficiente, de modo que no ha sido preciso añadir un relé óptico para la separación de los colores fundamentales. El sistema utilizado consiste en prismas de vidrio pegados, con capas selectivas para la división de la luz en sus componentes roja, verde y

LA TELECAMARA PLUMBICON

Desde la introducción del tubo tomavistas plumbicón, las cámaras equipadas con este tubo se han extendido rápidamente por todos los sectores de la televisión industrial. Las extraordinarias cualidades de estos tubos radican en su:

— Alta sensibilidad.
— Bajo nivel de ruido.
— Ausencia de corriente oscura y emborronamiento, incluso en condiciones desfavorables de iluminación.

Gracias a estas propiedades. la calidad de la imagen producida por las cámaras plumbicón es en muchos aspectos tan buena como la obtenida con cámaras mayores de estudio.

Un paso lógico era equipar a esta cámara con un objetivo «zoom» tipo estudio y un monitor de encuadre, constituyendo así una cámara para tomas «vivas», económica, sencilla desde el punto de vista técnico y de manejo ligera, pero muy segura en funcionamiento.

Figura 15. — Telecámara PLUMBICON para «escenas vivas» (imágenes en movimiento) de alta calidad (Philips EL8012).

Con esta cámara no se trata de suplantar a las de estudio más grandes; los campos de aplicación de una y otras no se interfieren. Tanto por su precio como por su sencillez la nueva cámara puede prestar muy buenos servicios dentro del estudio, para el trabajo de presentadores y locutores y en el exterior, en vehículos de reportaje.

Por otra parte, esta cámara es ideal para las instalaciones de circuito cerrado, que se emplean en la enseñanza, en la investigación y en la industria.

La figura 15 muestra una de estas cámaras que para las aplicaciones de TVCC es del tipo de alta calidad; está dotada de visor parasol para la observación en el monitor que va incorporado en la parte trasera de la cámara, objetivo con sus mecanismos de control y ajuste, parasol de objetivo y tapa protectora y pie trípode orientable y desplazable.

Para la inspección y mantenimiento se tiene acceso a los circuitos quitando la cubierta de la carcasa. El monitor y la cámara constituyen bloques independientes que pueden extraerse con facilidad.

Las telecámaras para TVCC en color

En ciertas aplicaciones de la TVCC es de gran interés utilizar la televisión en color no sólo desde un punto de vista de espectáculo, sino, principalmente, para fines educativos (por ejemplo, en medicina para la observación de las intervenciones quirúrgicas) o industriales (por ejemplo, para la observación del color crítico del metal fundido en el convertidor de un alto horno).

Así, la figura 16 muestra el interior de una cámara de televisión estudiada especialmente para TVCC. Es del tipo fundamental ya descrito en el inicio del estudio de la televisión, a base de objetivo único y prisma de espejos dicroicos con tres tubos vidicones.

La cámara está provista de un objetivo de foco variable («zoom») entre 25 y 250 mm, que se controla a distancia desde el gabinete de mando o desde un dispositivo conectado en paralelo con este gabinete.

El objetivo de foco variable montado en esta cámara tiene una distancia posterior suficiente, de modo que no ha sido preciso añadir un relé óptico para la separación de los colores fundamentales. El sistema utilizado consiste en prismas de vidrio pegados, con capas selectivas para la división de la luz en sus componentes roja, verde y

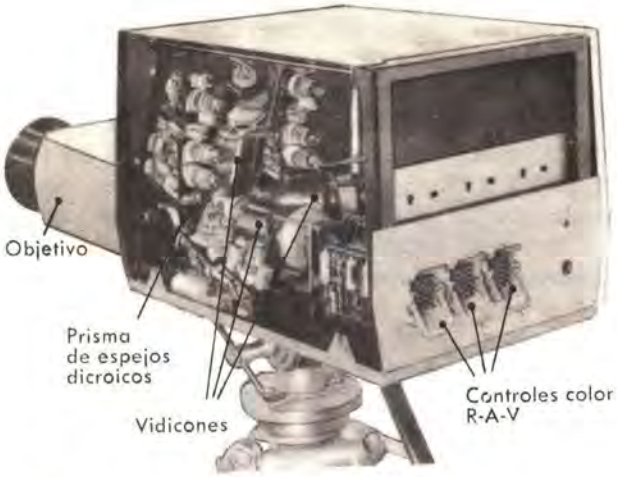


Figura 16. — Telecámara para TVCC a color con tres tubos vidicones (Philips EL8500).

azul. El resultado es un sistema impermeable al aire y al polvo de dimensiones sumamente reducidas.

Las tres componentes de la luz son dirigidas a tres tubos vidicón. Tres preamplificadores en la cámara elevan la amplitud de las tres señales de video a un nivel de aproximadamente 0,3 Vpp sobre 75 ohmios. Como los tres preamplificadores están provistos de un circuito de entrada «cascode» de gran rendimiento, con realimentación negativa, se consigue un nivel de ruido muy bajo y de una gran estabilidad.

La figura 17 muestra una cámara de TV-Color con tres tubos «plumbicón», la cual constituye el resultado de los recientes desarrollos en el terreno de la electrónica, la óptica y la colorimetría y de las múltiples experiencias prácticas adquiridas en general en las técnicas de estudio de TV y de la técnica de TV en colores.

El tubo plumbicón, basado en el principio de la conductividad fotoeléctrica, es particularmente adecuado para la TV en colores por su característica de retransmisión lineal y por su corriente oscura sumamente baja. Con este tubo se pueden eliminar la mayor parte de inconvenientes que hasta ahora presentaban las cámaras existentes. El plumbicón se distingue no sólo por su gran fotosensibilidad, su excelente relación señal/ruido y su gran estabilidad, sino también por la ausencia de corriente oscura, de señales de sombra y de fenómenos de quemadura de la imagen en la pantalla y de retardo.

Gracias a la poca dependencia de la temperatura de su electrodo de señal, el plumbicón funciona inmediatamente después de conectado con óptima eficiencia y mantiene ésta invariable, incluso durante el período de precalentamiento de la cámara. Durante este período la cámara plumbicón presenta únicamente una moderada desviación de la coincidencia de las imágenes de color, obteniéndose, sin embargo, el ajuste final después de algunos minutos.

En virtud de su principio de funcionamiento relativamente sencillo, el plumbicón no solamente es menos complicado en su ajuste y manejo, sino también es sumamente estable y fiel durante un servicio prolongado.

Un nuevo desarrollo también fundamental se manifiesta en el sistema de distribución luminosa, constituido por un bloque compacto de prismas de cristal. Este sustituye al usual sistema de espejos con su complemento de sistemas ópticos de retransmisión y lentes de corrección, evitándose así la notoria merma de la calidad de imagen, como resultado de la dispersión y aberración en las superficies de cristal ópticamente refractantes. En este sistema de prismas no se necesitan, fuera del objetivo de la cámara, lentes complementarias, de modo que se mantiene rigurosamente la definición máxima de la imagen y el mayor contraste. Las dos superficies de reflexión divisoras de la luz se encuentran dentro del bloque de prismas integrados y quedan así protegidas completamente contra el polvo y las influencias atmosféricas.

En colaboración con fábricas de óptica se han concebido objetivos «zoom» de alta calidad, destinados a funcionar en combinación con el sistema prismático de deflexión de la luz. Todos los objetivos están equipados con servomecanismos electrónicos, por cuyo intermedio el operador de la cámara realiza el ajuste de la distancia focal y el enfoque, mientras que el bastidor de mando lleva a cabo la graduación del diafragma.

Los circuitos acostumbran a ser transistorizados y solamente las etapas de entrada de los tres preamplificadores de señal van provistas cada una con dos nuvistores en circuito cascode para conseguir la mejor relación señal/ruido. Se hace amplio uso de circuitos impresos, mientras que la subdivisión en pequeñas unidades enchufables facilita mucho la comprobación, entretenimiento y servicio de equipo.

Al construir los circuitos se dedica gran atención a los problemas de la estabilidad y seguridad de funcionamiento. Se aplican mucho los circuitos de estabilización y realimentación electrónicas, de modo que la cámara no sólo sea inmune a las variaciones de temperatura y de tensión de red, sino que no necesite reajuste a largo plazo. Esto, unido al manejo fácil y la vida útil prolongada del tubo plumbicón, asegura un funcionamiento fiel y estable y un manejo fácil del equipo.

En la trayectoria luminosa del objetivo de la

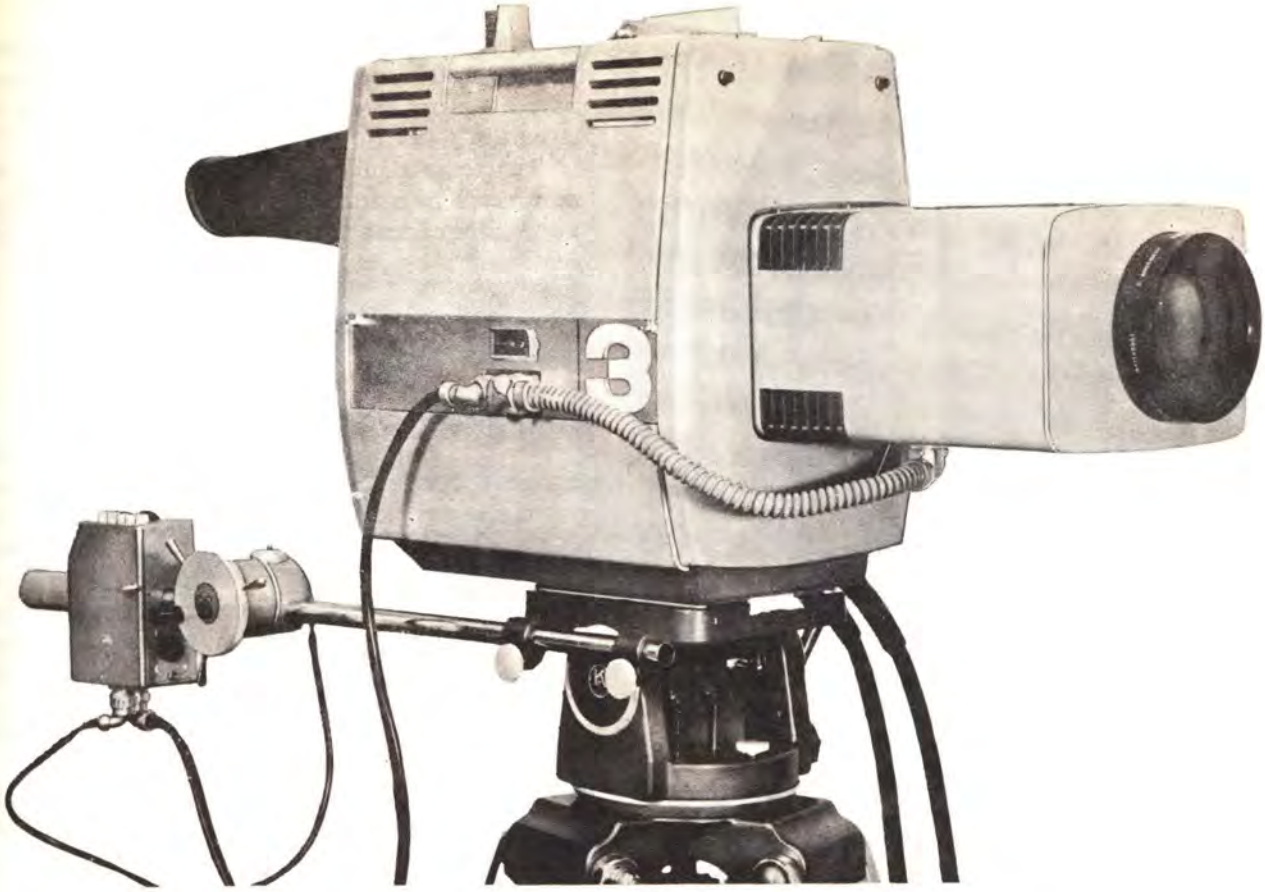


Figura 17. — Telecámara para TVCC en color con 3 tubos plumbicones para imágenes de alta calidad (Philips EL8521).

cámara de la figura 17 hay intercalada una torreta de filtros de cinco posiciones, tres para dejar pasar luz incidente con 100 %, 10 % ó 0 % de su intensidad inicial, y dos para filtros de corrección cromática para diferentes matices de color de la iluminación de la escena. Esto permite una adaptación instantánea y cómoda de la cámara en condiciones de iluminación muy variables, como las que se producen, por ejemplo, al cambiar de una escena interior a una exterior.

Cada uno de los tres tubos plumbicón, junto con sus dispositivos de deflexión y de enfoque y el preamplificador correspondiente, va fijo a un carro de alta precisión, que se puede retirar rápida y fácilmente. Los tubos están muy bien apantallados magnéticamente, de modo que campos magnéticos exteriores carecen prácticamente de influencia sobre la geometría de la exploración y, por tanto, sobre la coincidencia de las imágenes de color.

La cámara posee un visor electrónico con un tubo con pantalla rectangular de 17 cm. Puede retirarse fácilmente como unidad independiente. Su pantalla puede protegerse completamente contra la luz dispersa por medio de una visera doble, pivotable y amovible. El visor permite al operador comprobar (en blanco y negro) tanto las imágenes en los colores primarios como la coincidencia de dos o tres imágenes de color.

La figura 18 muestra una cámara de televisión en colores para uso industrial y médico; totalmente transistorizada con tres tubos plumbicón, está concebida especialmente para sistemas de televisión policroma en circuito cerrado, destinados a aplicaciones en los campos científico, educacional e industrial.

La cámara se puede montar vertical u horizontalmente, y en cualquier posición intermedia. Por su poco peso y volumen y la facilidad con que pueden cambiarse los objetivos, esta cámara tiene gran flexibilidad de uso.

Provista de un objetivo «zoom» de 10:1 puede montarse en cualquier soporte apropiado o en la lámpara cenital de un quirófano. Con objetivos especiales puede adaptarse rápidamente para uso con diversos tipos de microscopios, incluso mi-

Figura 18. — Telecámara para TVCC-color con tres tubos plumbicones para usos industriales, científicos o médicos (Philips EL8530).

croscopios quirúrgicos (diploscopios), endoscopios y diferentes tipos de ampliadores con tubo óptico de fibras.

La cámara produce tres grupos de señales (rojo, verde y azul), los cuales se transmiten por cables coaxiales a monitores o a proyectores de televisión en colores, según se trate de un grupo pequeño o grande de observadores.

En las instalaciones grandes, con más de una cámara y con los aparatos de reproducción situados a distancias considerables, se puede dotar a cada cadena de cámara de un codificador para convertir las tres señales primarias en una señal compuesta. La transmisión de una sola señal desde cada cámara permite simplificar la mezcla y la selección y reducir mucho el número de conexiones.

El conjunto de la cámara tiene un blindaje de aluminio y metal Conetic que recubre la cara interior de la carcasa, eliminando la influencia de los campos eléctricos y magnéticos externos.

Los circuitos de la cámara se reducen a los tres preamplificadores, las etapas de salida de la base de tiempo horizontal, los amplificadores de supresión y algunos circuitos de estabilización. Todos están transistorizados, a fin de reducir el consumo de potencia y la generación de calor y para aumentar la seguridad funcional y la vida útil. Están montados en placas impresas de tipo insertable. Se usa ampliamente la realimentación negativa, para asegurar la máxima estabilidad de todos los circuitos.

Aparte de algunos preajustes, la cámara no tiene ajustes ni mandos. Esto permite la alineación de toda la cadena y el ajuste del registro de colores desde la unidad de control.

El magnetoscopio o registrador de video

Es un nuevo medio de tomar imágenes.

Vivimos en una época de vertiginoso progreso, un período en que abundan las maravillas técnicas. Tratamos de acostumbrarnos a las maravillas que nos rodean, pero constantemente somos sorprendidos de nuevo. El registrador de video es otra sensación en esta era técnica, un aparato que despierta nuestra admiración porque abre para todos una nueva posibilidad: la de registrar la imagen y el sonido en cinta magnética.

El registrador de imagen y sonido en cinta magnética se denomina MAGNETOSCOPIO O REGISTRADOR DE VIDEO. Este aparato se viene utilizando normalmente en los estudios de televisión para el registro de programas que después se transmitirán en diferido.

Sin embargo, han salido ya al mercado magnetoscopios para uso en TVCC e incluso para aplicación doméstica combinados con pequeñas telecámaras transistorizadas. Es decir, un sistema equivalente a la cámara tomavistas y la película de aficionado, pero más cómodo —sin revelado, etcétera—, tanto como el magnetófono que ya conocemos.

El registro de sonido en cinta magnética ha pasado ya a ser desde hace mucho tiempo una práctica diaria. El funcionamiento de un magnetófono es algo que comprende cualquier interesado por la técnica. Por otra parte, el registro de imágenes por vía magnética es una posibilidad tan sólo conocida desde hace un tiempo relativamente reciente, siendo su método uno de los que hemos aprendido en virtud de su uso en la televisión. Lo que hasta ahora ha venido siendo un procedimiento a disposición de una minoría de profesionales, está ya al alcance del gran público de usuarios. Han salido al mercado registradores de imagen que permiten registrar en cinta magnética no solamente los programas televisados, sino también las imágenes de la propia cámara. Lo que el magnetófono es para el oído, el registrador de video es para el ojo.

La reproducción de imágenes registradas no exige más que un televisor corriente.

Figura 19. — Combinación de telecámara vidicón, magnetoscopio y televisor comercial (Philips).

Una de las ventajas decisivas que el registrador de video tiene sobre la fotografía convencional es que las imágenes, sean registradas desde un televisor o con la cámara compacta, no requieren ningún proceso de revelado e impresión y están listas para ser mostradas «inmediatamente». La propia cinta se puede usar una y otra vez, tan a menudo como se desee, no necesitando más que ser borrada —como una cinta magnética corriente— para realizar un nuevo registro.

Muchos son los que se ocupan en la investigación y educación, y en las esferas prácticas se está buscando constantemente un modo nuevo y mejor de registrar y transmitir sus hallazgos con objeto de asegurar que éstos sean explotados al máximo.

La figura 19 muestra un magnetoscopio para usos profesionales de TVCC y domésticos y su conjunción con una telecámara y con un televisor normal.

Ventajas del registrador de video

— Reproducción inmediata del programa después del registro; ningún trabajo de revelado o de impresión consumidor de tiempo.
— Registro y reproducción con el mismo aparato, o sea, sin necesidad de accesorios.
— La exhibición no requiere sala oscura, proyector o pantalla, tan sólo un televisor corriente.
— La cinta magnética insensible a la luz puede usarse tan a menudo como se desee para nuevo registro, puesto que lo no deseado se puede borrar mediante una operación sencilla.
— La imagen y el sonido se registran simultáneamente en la misma cinta, dando por tanto una sincronización del 100 %.
— Durante el registro, la imagen puede verse en la pantalla del televisor, permitiendo una comprobación constante de la calidad de imagen.

Dentro de las aplicaciones de la TVCC industrial, este aparato permite el registro de programas de negocios de la empresa, estudios de tiempos, preparación de los trabajos, control de la producción, reentrenamiento y preparación del personal, etc. Con auxilio de la cámara compacta se pueden registrar procesos de trabajo especiales, analizados después en la pantalla de un televisor con objeto de estudiarlos y prever eventuales medidas de mejora.

En los sectores de la enseñanza, este aparato permite seleccionar y adaptar o acoplar las emisiones de TVE escolar. Los programas de ciencias, arte e historia y los documentales pueden registrarse para reproducirlos con tanta frecuencia como demande el estudio.

La combinación del registrador de video con la telecámara compacta posibilita que una clase recopile su propio programa.

Las escuelas técnicas, comerciales y otros establecimientos docentes pueden emplear el magnetoscopio para el registro y reproducción de los procesos de trabajo en la industria.

El telecinema

Dentro del conjunto de aparatos productores-captadores de imágenes, como son la telecámara y el magnetoscopio, cabe citar también el telecinema que tiene tanta aplicación en los programas nacionales de TVE como en los privados de TVCC.

Sus aplicaciones son similares a las del magnetoscopio aplicado a la enseñanza, aunque partiendo de películas normalmente impresas.

La figura 20 muestra un sencillo proyector de 16 mm al cual se ha aplicado el objetivo de una sencilla telecámara vidicón, que «interpreta» los fotogramas y la banda sonora transformándolos en señal video que se aplicará a un monitor o televisor.

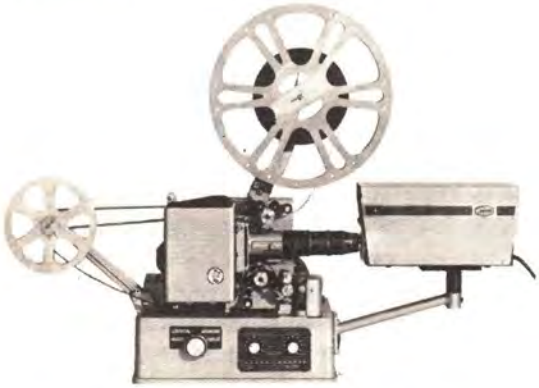


Figura 20. — Sencilla instalación de telecinema para TVCC educativa, constituida por un simple proyector de 16 mm al que se le aplica de frente a la película el objetivo especial de una pequeña telecámara vidicón (Marelli).

Tablero de mandos

Según las aplicaciones, la instalación de televisión de circuito cerrado puede ser más o menos compleja. Podemos partir del tipo más sencillo, compuesto por una telecámara fija unida a un monitor, para pasar luego a una serie de telecámaras con dispositivos de alcance, unidas a uno o más monitores. En este caso es necesario reunir los mandos de la cámara sobre un tablero, con el cual se pueden realizar una serie de operaciones diferentes:

1) Encendido y apagado de los aparatos.

2) Conmutación de las telecámaras individuales.

3) Movimientos de alcance de la plataforma móvil.

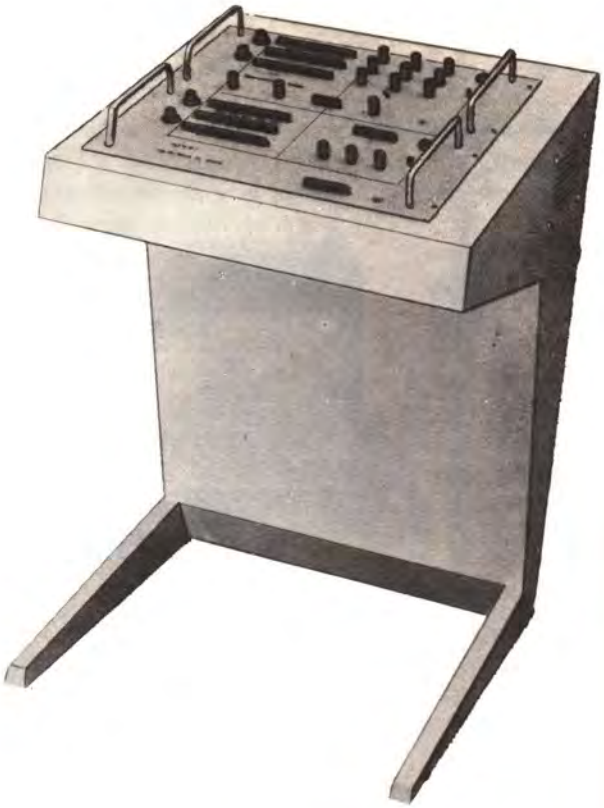


Figura 21. — Mesa de control de telecámara de TVCC (Inelec).

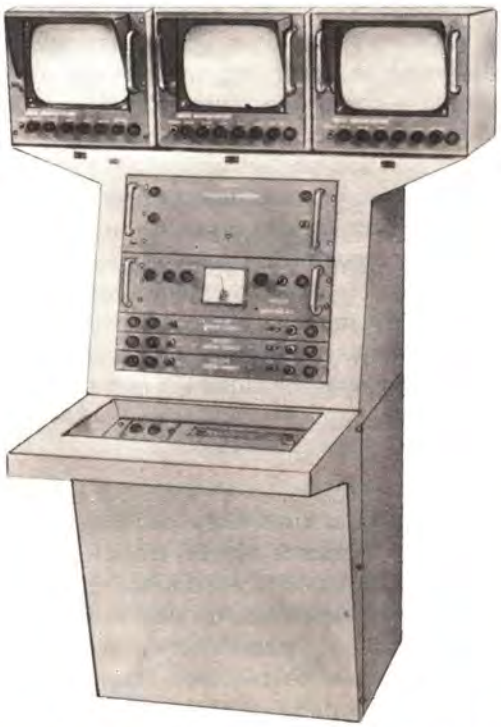


Figura 22. — Mesa de control para tres telecámaras para TVCC, dotada de sus tres monitores (Inelec).

Figura 23. — Gabinete de control para la telecámara de TVCC. Color de la figura 16 (Philips).

4) Regulación del enfoque óptico.

5) Regulación del avance en caso de emplear objetivos de foco variable.

6) Regulación del diafragma del objetivo.

De esta forma, la instalación se transforma en un verdadero estudio que permite tener bajo control directo e inmediato a una notable serie de telecámaras, aumentando notablemente la funcionalidad de la instalación.

La figura 21 muestra un tablero de control en forma de pupitre y la figura 22 muestra otro pupitre más completo para el mando de tres telecámaras y dotado de sus correspondientes tres monitores para el control de las imágenes captadas de las telecámaras.

El tablero o gabinete de control de la figura 23, para TVCC en color y correspondiente al servicio de la telecámara de la figura 16, contiene de arriba abajo los siguientes equipos y circuitos, en su mayor parte transistorizados:

— Un monitor blanco-negro de 36 cm para comprobar la definición, la geometría de la imagen y la superposición de las tres imágenes de color. Por medio de un conmutador se pueden conectar al monitor cada uno de los tres canales de color o los tres juntos.

— Un osciloscopio de 13 cm. Mediante el conmutador electrónico incorporado, las tres señales de colores son visibles sobre la pantalla del osciloscopio una junto a otra y línea por línea. Esto permite una verificación continua de la amplitud, nivel y gradación de las tres señales, sea a la entrada de los correctores, sea a la salida del amplificador de video.

El conmutador tiene una tercera posición para verificar la precisión del osciloscopio con ayuda de una señal de calibrado.

— Un amplificador de video. Esta unidad contiene tres canales amplificadores idénticos; las tres señales de color suministradas por el preamplificador de la cámara pasan por las siguientes etapas: corrección de abertura, corrección de los tubos vidicón, corrección de los tubos catódicos, adición de la señal de supresión y amplificación de salida.

La corrección de abertura y la de los tubos vidicón están preajustadas dentro del gabinete. El nivel de negro y la amplitud, así como la corrección de los tubos catódicos (entre 0,4 y 0,9 a amplitud constante), se ajustan desde el panel frontal.

La etapa de salida de cada uno de los tres amplificadores de video está conexionada de modo que constituye a la vez un *amplificador de distribución;* además de las señales para el monitor y el osciloscopio, suministra señales de video a cuatro salidas de 75 ohmios. La señal es positiva y su amplitud es de 1 V pico a pico, con una atenuación de 3 dB a 10 MHz/s.

Aparte de los mandos citados, el panel tiene otros para las tensiones de los electrodos de señal y las corrientes de haz de los tubos vidicón, así como para los objetivos «zoom».

— Una unidad de desviación para la telecámara. Esta unidad contiene los circuitos para el enfoque magnético y electrostático del haz, el alineamiento del mismo, la desviación horizontal y vertical, la supresión del haz, el desplazamiento de la imagen y la corrección de la distorsión de paralelogramo. El panel tiene para cada canal los siguientes mandos: enfoque electrostático del haz, alineamiento del mismo, desplazamiento horizontal y vertical de la imagen, amplitud horizontal y vertical y linealidad de la imagen, corrección de paralelogramo.

Tiene además los siguientes mandos, comunes a los tres canales: enfoque magnético del haz, anchura de la imagen y altura de la imagen.

— Una fuente de alimentación y un generador

Figura 24. — Armario-pupitre de control para la telecámara de la figura 28 (Philips).

Figura 25. — Unidad de mando a distancia (Philips).

de impulsos: La fuente de alimentación suministra tensiones continuas estabilizadas electrónicamente para la cámara y los circuitos mencionados. El generador de impulsos proporciona las señales de sincronización y de supresión del haz, así como la señal de prueba («señal de mira»).

El gabinete incluye además un *generador de barras de colores,* que permite disponer de una señal de colores independiente de la cámara.

El generador de impulsos, el de barras de colores, el monitor y el osciloscopio tienen su propia fuente de alimentación y, por tanto, pueden ser utilizados independientemente para otros fines.

La cadena de cámara comprende también un sistema de intercomunicación para tres estaciones (por ejemplo, el gabinete de control, la cámara y otro lugar que convenga).

Asimismo, la figura 24 muestra un armario-pupitre de control para TV-Color (concretamente, para la telecámara de la figura 17 consta genéricamente de los mismos circuitos ya señalados anteriormente). En este caso, la pantalla del osciloscopio de forma de onda es rectangular; todos los órganos de control y mando, necesarios para el servicio normal, como son, entre otros, los niveles de blanco y negro de las señales, el ajuste del diafragma del objetivo y la distancia focal, pueden duplicarse en una unidad de mando a distancia como la mostrada en la figura 25.

El monitor

El monitor es prácticamente un pequeño televisor sobre el que se reconstruye la imagen analizada por la telecámara.

Por lo general, tiene una pantalla de pequeñas dimensiones (por lo común 11 pulgadas), pero nada impide que se puedan construir también monitores de 17, 19 ó 23 pulgadas.

En este caso, como es natural, éstos facilitan imágenes de mayores dimensiones, en perjuicio, sin embargo, de la nitidez general. No obstante, éstos se observan desde cierta distancia, y esta disminución de detalle resulta por tanto sólo aparente.

De manera fundamental, las diferencias existentes entre un aparato doméstico y un monitor son dos:

1) Ausencia de la sección de radiofrecuencia. Estando destinado a TVCC —unión por medio de un cable— y no por medio de radio, es completamente inútil aquélla. Por esto, un monitor está formado por: una sección de sincronismo y deflexión del cinescopio, una sección amplificadora video y una sección de alimentación.

2) El control de deflexión está hecho de forma mucho más escrupulosa, utilizando materiales seleccionados, con tolerancias severas y con circuitos estables en el tiempo.

Como consecuencia de no disponer de la etapa de entrada o de RF, los monitores sólo tienen prácticamente los mandos de brillo y de contraste (fig. 26).

Inmediatamente surge una pregunta: Considerando entonces que un televisor normal es prácticamente igual a un monitor, con algunas cosas más, ¿es posible utilizar un receptor común para reconstruir la imagen de una telecámara?

Figura 26. — Monitor para TVCC (Fernseh).

DOS SISTEMAS DISTINTOS

La respuesta es que no siempre es posible, aunque a veces sí lo es.

Existe una «familia» de monitores que funciona con tres señales independientes:

1) Que manda el movimiento horizontal del haz.

2) Que manda la vertical.

3) Señal video pura.

En este caso, tanto el monitor como la telecámara son mucho más sencillos, por cuanto todas las señales necesarias para el correcto funcionamiento parten y llegan separadas por completo.

Sin embargo, existe otro sistema que mezcla las tres señales, a la salida de la telecámara o de la central de mando, por lo que, una vez llegadas al monitor, deberán ser nuevamente separadas y enviadas a los respectivos puntos de trabajo. Esto es lo que sucede en un televisor normal, por lo que este último podrá ser usado en lugar de un monitor de señal única, siempre que se introduzca la señal procedente de la telecámara en la etapa amplificadora de video o en el detector.

Puede suceder que sea necesario modificar el circuito detector, porque la imagen se presenta en tonos invertidos, es decir, negativa.

De manera más concreta hay dos sistemas que permiten el uso de un televisor normal en sustitución del monitor:

El primero consiste en conectar la telecámara a un pequeño transmisor que module la señal video, compuesta de frecuencias comprendidas entre las que representan el campo de recepción del aparato. El transmisor será unido a su vez al televisor con un cable coaxial.

El segundo sistema es el que ya hemos señalado, y consiste en la introducción de un adaptador video en el circuito normal del aparato receptor.

El primer sistema tiene la ventaja de no modificar el televisor y permitir el uso simultáneo de más aparatos, cosa muy útil para usos didácticos, científicos y de divulgación.

En cuanto al monitor de televisión en colores, la figura 27 muestra uno equipado con un tubo «máscara perforada» con pantalla rectangular de 64 cm (25 pulg.) y deflexión de 90 grados.

Seguirá prestando, como su predecesor, el servicio más estable y seguro, superándolo todavía en cuanto a calidad de reproducción. Es un monitor adecuado de pruebas y para usos generales en los estudios y las cabinas de control de televisión en colores; como receptor en las instalaciones de circuito cerrado, y como instrumento de verificación final en las fábricas de receptores, tubos y otros aparatos de televisión en colores.

Funciona con tres señales primarias (roja, verde y azul) separadas y una señal de sincronización. Si se utiliza una señal policroma compuesta (NTSC, PAL o SECAM) tendremos que emplear un decodificador junto con el monitor.

En uno y otro caso la imagen a todo color puede reducirse a uno o a dos colores primarios o a blanco y negro.

Sus paneles laterales pueden girar sobre goznes, dando fácil acceso a los circuitos. Detrás de los paneles, en la parte superior de los costados, se hallan los amplificadores de señal y los circuitos de deflexión vertical, montados en dos chasis.

Figura 27. — Monitor para TV-Color (Philips).

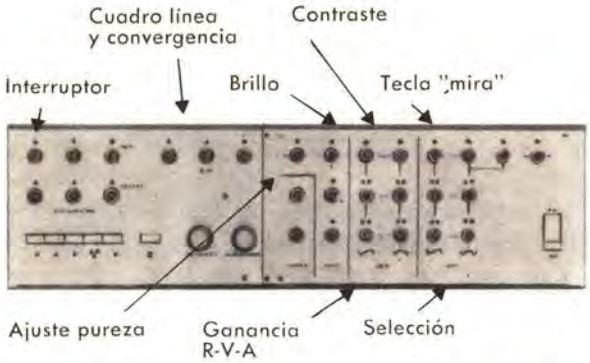


Figura 28. — Panel frontal de ajustes del monitor de la figura 27.

En la parte inferior de los costados se encuentran dor de alta tensión (25 KV), la fuente de alimentación estabilizada y los circuitos de conmutación y distribución (matrices).

En la parte frontal, debajo de la pantalla, se encuentra el panel de mandos con un interruptor de red, dos botones giratorios para el brillo y el contraste y seis teclas para la selección de colores. La tapa de este panel puede abrirse sobre goznes, y entonces se tiene acceso a los tornillos de ajuste del equilibrio de los colores, la coincidencia de los mismos y la convergencia y pureza de los haces (fig. 28).

Las entradas para las tres señales primarias de video, la señal de prueba y la de sincronización tienen cada una dos enchufes puenteados que permiten la conexión en serie de varios monitores.

Las señales de entrada pasan a través de la matriz a tres amplificadores lineales bien estabilizados, cuya ganancia se puede ajustar por medio de tres tornillos en el panel frontal. Este ajuste puede efectuarse con ayuda de tres señales primarias o de una sola señal de prueba blanco y negro o de «escala de grises», conmutando el monitor a funcionamiento en blanco y negro.

Cuando se hace esto, las señales de entrada son mezcladas en proporción correcta por la matriz (30 % de rojo, 50 % de verde y 11 % de azul), resultando una señal de luminancia que pasa a los tres amplificadores.

Una vez ajustada la ganancia de éstos para la reproducción óptima en blanco y negro, no deberán tocarse más tales ajustes. El monitor sirve ahora como instrumento de calibrado para comprobar el equilibrio entre los colores.

La conmutación de «todo color» a «blanco y negro» se efectúa oprimiendo dos teclas. Las teclas activan los respectivos cañones electrónicos del tubo de imagen, permitiendo al operador elegir sólo uno de los colores primarios, o cualquier combinación de dos de ellos. Las teclas son útiles también para efectuar ajustes iniciales de coincidencia de los colores con ayuda de una imagen de mira.

En estos monitores de color se acostumbra a utilizar electroimanes en lugar de imanes permanentes para poder ajustar desde el panel frontal escamoteable, las corrientes de los campos de pureza de los haces y de los dispositivos de convergencia (fig. 28).

Otros dispositivos de control y aplicación de la señal de video en TVCC

Al tratar del tablero (armario, gabinete o pupitre) de control hemos enumerado ciertos equipos que vamos a conocer brevemente a continuación.

Osciloscopio monitor de forma de onda (figura 29)

Este aparato osciloscopio, generalmente transistorizado y muy compacto, permite fundamentalmente observar la forma de onda de las señales de videofrecuencia. Esta observación se efectúa también comparándola con una señal generada dentro del mismo osciloscopio.

No es preciso ajustar manualmente el barrido horizontal, que se mantiene automáticamente en sincronismo con la mitad de la frecuencia de línea o de la de cuadro (conmutador de dos posiciones VERTHOR); se obtienen así dos oscilogramas similares uno al lado de otro, en sección de línea o de cuadro.

El aparato es especialmente útil para las instalaciones de televisión con varias cámaras, cuando las señales de video de estas cámaras han de conservar siempre niveles iguales para pasar a un distribuidor de señal o a un transmisor a través de un conmutador o un mezclador. Sólo observando y manteniendo constantes los niveles blanco y negro de todas las cámaras en servicio será posible asegurar que no se producirán variaciones de brillo o de contraste en los receptores durante las conmutaciones.

Aparte de observar los niveles de señal de varias cámaras, este osciloscopio es ideal, por su reducido tamaño y su seguridad de funcionamiento, para las tareas regulares de control y mantenimiento de grandes instalaciones de televisión.

Modulador de video y audio (figura 30)

Este aparato permite modular o convertir la

Figura 29. — Osciloscopio monitor de forma de onda video (Philips).

Figura 30. — Modulador video-audio para TVCC (Philips).

Figura 31. — Amplificador de distribución video para TVCC en color y en blanco y negro (Philips).

frecuencia de la señal de video y audio a los valores normalizados en los receptores de televisión corrientes y así utilizar éstos en lugar de los monitores de TVCC que siempre son más costosos.

Lógicamente, la salida de estos aparatos debe ser acorde con el sistema para el cual ha sido fabricado el receptor de TV (en el caso normal, será el sistema CCIR).

Amplificador de distribución (figura 31)

Los amplificadores de distribución permiten distribuir señales de video, portadoras o de impulsos a diferentes monitores o receptores de TV en circuito cerrado, todo y manteniendo en cada línea un nivel suficiente de señal y una buena separación electrónica entre vías.

El distribuidor de la figura 31 es un equipo transistorizado para cuatro vías, concebido para sistemas de TVCC tanto monocromática como en colores.

Generador de subportadora y codificador para TVCC - Color

Si observamos el esquema en bloques de un circuito cerrado de televisión en color (fig. 32) y recordamos la teoría de los circuitos de crominancia, vemos la importancia del codificador de señales de video y del generador de la subportadora de color, sin la cual el sistema de TV en color no sería factible. Para la aplicación de TVCC estas dos unidades se conjuntan en un mismo equipo (figs. 33 y 34) generalmente transistorizado.

Las señales I, Q e Y aplicadas a las entradas R-V-A se derivan por circuitos matriz según las siguientes relaciones:

$$I = 0{,}6\ R - 0{,}28\ V - 0{,}32\ A$$
$$Y = 0{,}3\ R + 0{,}59\ V + 0{,}11\ A$$
$$Q = 0{,}21\ R - 0{,}52\ V + 0{,}31\ A$$

De acuerdo con la especificación NTSC, la anchura de banda de las señales I Q se reduce a 1,5 Mc Hz/s y 0,5 Mc Hz/s respectivamente. Para ecualizar el retardo de las tres señales Y, I y Q se incluyen líneas de retardo en los canales Y e I.

Antes de aplicar las señales I y Q a los moduladores, se añaden los impulsos de sincronismo de salva. La amplitud y fase correctas de la señal «salva» a la salida de los moduladores pueden obtenerse por ajuste de la amplitud de ambos impulsos en los canales I y Q. Los impulsos «salva» son suprimidos durante los impulsos pre-ecualizadores, de sincronización de cuadro y post-ecualizadores, de suerte que no hay señal «salva» durante estos intervalos.

Generador sincronismos
R
V
A
Sincr.
Generador barra color
MIRA
Generador señal prueba
Analizador (Mira) de señales color
Telecámara Color
R-V-A
Oscilador subportadora
Codificador
Señal NTSC sin sincr.
NTSC
Modulador RF
Receptor TV
Señal NTSC con sincr.
Monitor
Decodificador
EL 8702
R
V
A
Sincr.

Figura 32. — Diagrama de bloques de un equipo de TVCC-Color en el sistema NTSC.

La supresión de portadora se efectúa por circuitos equilibradores individuales. Tanto la señal I como la Q son niveladas línea por línea en las etapas de entrada de los moduladores. Las señales de salida de ambos moduladores son sumadas para formar la señal de crominancia. La señal cromática compuesta se obtiene sumando las de crominancia y de luminancia (Y).

Se prevén tres salidas separadas para la señal cromática compuesta. La señal de sincronización completa es sumada, a través de una línea de retardo separada, a dos de las salidas de la señal cromática compuesta.

La frecuencia de subportadora se obtiene con precisión mediante un oscilador de cristal.

Del oscilador de subportadora se deriva un impulso de dos veces la frecuencia de línea, que ha de ser aplicado al generador de sincronismo normal a fin de asegurar que la frecuencia de subportadora sea un múltiplo impar de la mitad de la frecuencia de línea.

Se prevén dos entradas de señal de prueba, una en el canal Y, y otra en el canal I o en el Q. Si por ejemplo, se aplica al canal Y una señal de línea en diente de sierra y simultáneamente se aplica al canal I o Q una señal de supresión de línea, la salida del codificador mostrará un diente de sierra con la frecuencia de subportadora superpuesta, lo que constituye una señal adecuada para medidas de ganancia diferencial.

Figura 33. — Codificador de crominancia y generador de subportadora de color para instalaciones de TVCC (Philips).

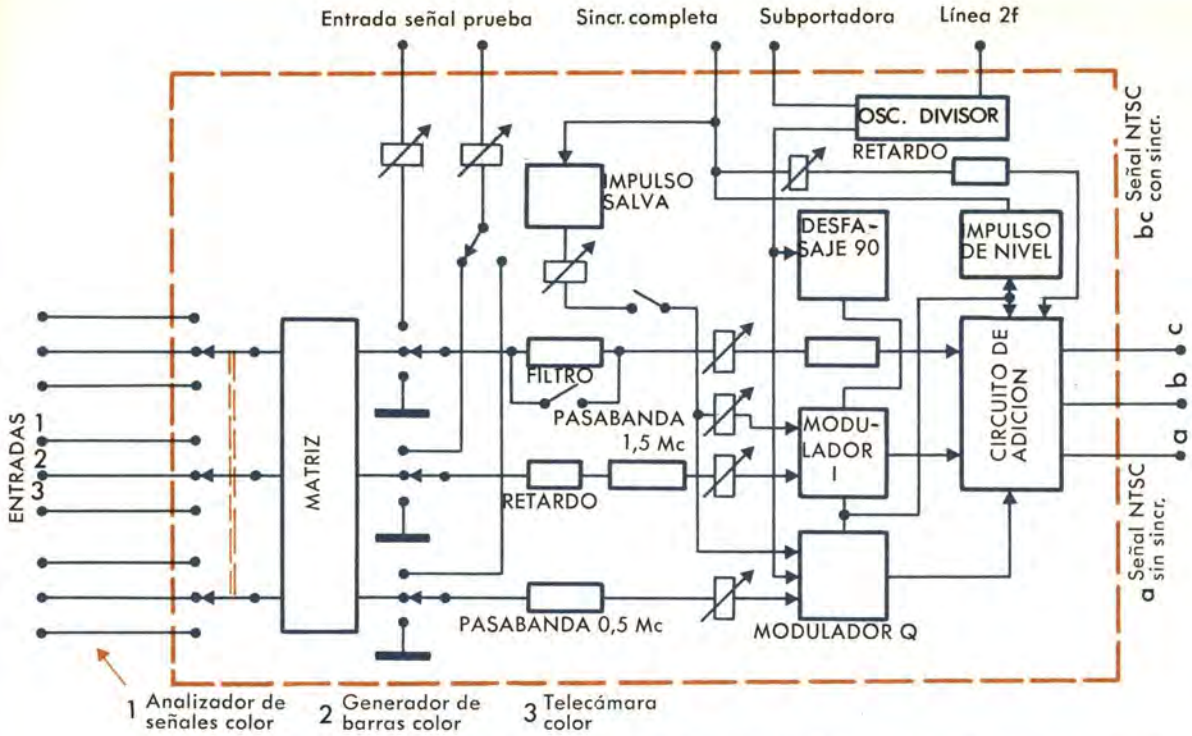


Figura 34.—Esquema de principio de un codificador y generador de subportadora de color, como el de la figura 33.

El analizador de punto móvil para TV-Color

Podríamos decir que este analizador es en sí una *mira* con un generador de señales de patrón de alta calidad, generalmente en base a una diapositiva patrón.

Estos *analizadores* (fig. 35) *de diapositivas en colores,* basados en el sistema de punto móvil, constituyen una fuente emisora de señal de muy alta calidad para los estudios de TV-Color, para los laboratorios de TV y para muchas aplicaciones de TVCC en que quiera disponerse de señales cromáticas libres de errores de registro y de reproducción cromática extremadamente fiel.

El diagrama de bloques de la figura 36 ilustra el principio del analizador de punto móvil (o de diapositivas) y su constitución genérica. Así, la trama trazada por el haz electrónico sobre la pantalla del tubo explorador se proyecta sobre la diapositiva por medio de una lente de alta calidad.

El tubo explorador emite energía luminosa de todas las longitudes de onda del espectro visible. La luz que atraviesa la diapositiva queda modulada por la imagen impresa en ésta y es dividida en sus componentes rojo, verde y azul por medio de un sistema óptico dicroico.

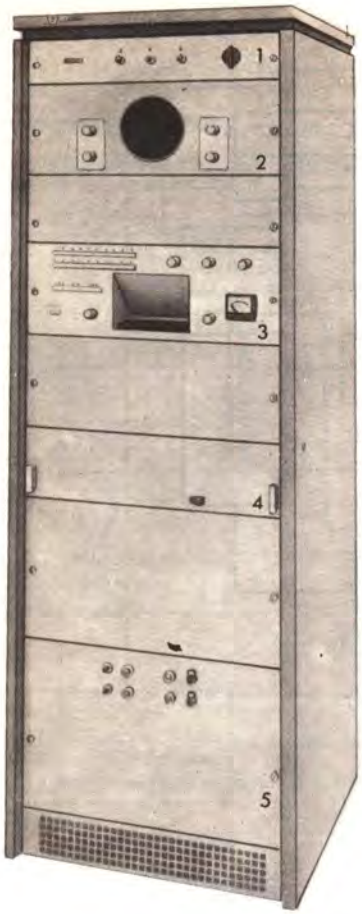
Este sistema consta de un juego de espejos dicroicos en forma de cruz de San Andrés y las lentes condensadoras anexas. El conjunto está contenido en una caja cerrada.

Las tres componentes cromáticas de la luz pasan, a través de sendos filtros de correción, a tres fotomultiplicadores separados. La señal de salida de cada fotomultiplicador es aplicada a su propio amplificador de video, que incluye etapas para corrección de la abertura, luminiscencia y color. Cada amplificador tiene tres salidas idénticas e independientes entre sí, que suministran una señal de video conforme a las normas CCIR.

Los tres amplificadores de video cuentan con ajustes individuales del nivel de blanco y de negro. El osciloscopio incorporado en el gabinete de control está provisto de un conmutador electrónico y permite ver a lo largo de su eje horizontal, línea por línea, las tres señales de video roja, verde y azul. Esta clara presentación paralela de las amplitudes relativas de las tres componentes cromáticas permite ajustar rápida, fácil y eficazmente dichas amplitudes y el nivel de blanco.

La exploración de las diapositivas se efectúa sobre un disco giratorio en el que están dispuestos veinte portadiapositivas, numerados 1, 2, 3, etc. Las diapositivas se insertan fácilmente en estos soportes por una ventana situada en el panel frontal.

La exploración de una diapositiva se efectúa al oprimir el pulsador correspondiente. El tiempo de conmutación de una diapositiva a otra es de medio segundo.



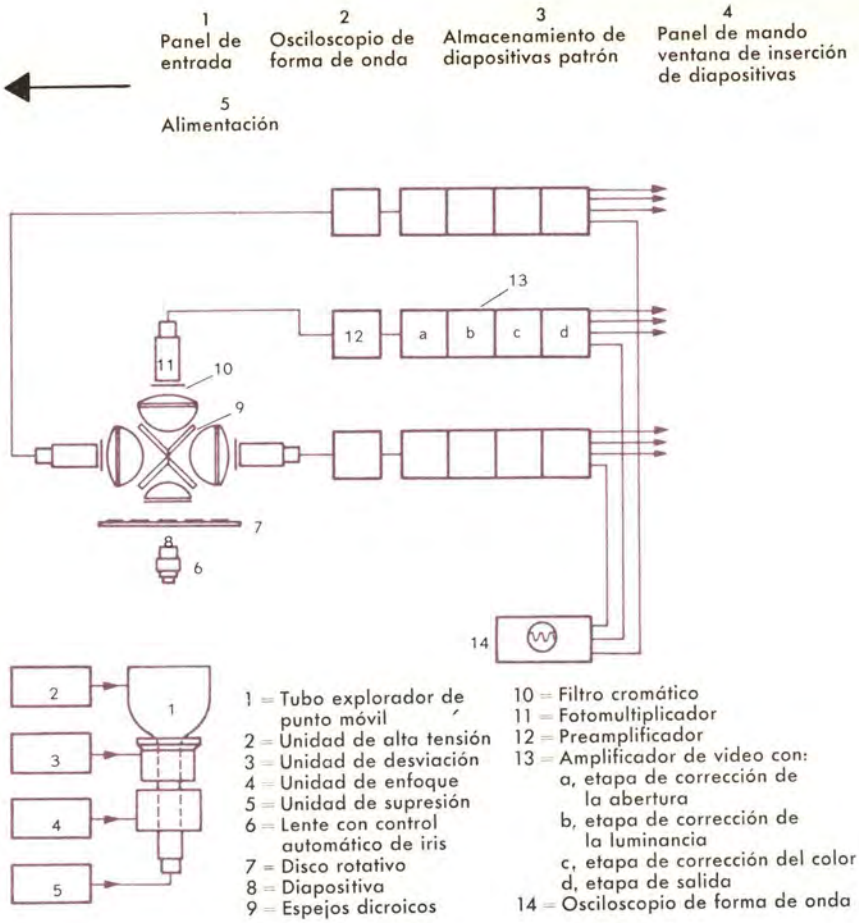


Figura 35. — Analizador de punto móvil (con diapositivas) para TV-Color (Philips).

Figura 36. — Constitución básica de un analizador de punto móvil para TV-Color.

El proyector de televisión para grandes pantallas o la televisión por proyección

Hasta aquí hemos visto que la imagen de televisión se reproducía sobre la pantalla del tubo de rayos catódicos de un televisor. Pero ahora podemos indicar que también existen verdaderos *proyectores de televisión,* como los de cinema, que permiten proyectar la imagen de TV sobre grandes pantallas murales.

Estos proyectores de TV sobre pantalla grande pueden servir para la retransmisión de programas regionales ante un público numeroso, así como para la reproducción de emisiones deportivas internacionales o de actualidades.

No obstante, estos proyectores se utilizan principalmente en combinación con una instalación de TVCC, cuando la imagen captada por la telecámara debe ser observada por un gran número de espectadores. Aplicación característica de esta faceta de la TVCC es la proyección de una operación quirúrgica ante un grupo de estudiantes o de espectadores de un congreso numeroso.

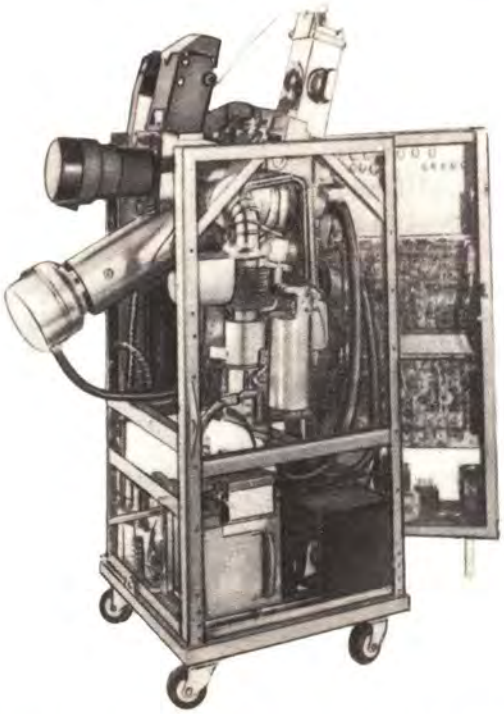


Figura 37. — Equipo Philips de televisión por proyección sistema «Eidophor».

Uno de los sistemas adoptados a tal fin es el *Eidophor* (fig. 37).

El proyector Eidophor proporciona una imagen de televisión de gran tamaño, gran luminosidad y alta calidad, cómodamente visible por el público en un local muy grande (como una sala de cine o de congreso) o al aire libre. Se basa en el famoso principio Eidophor, según el cual se produce primero una imagen comparable a una diapositiva, la cual es iluminada y proyectada por medio de una potente lámpara, obteniéndose una imagen de hasta 100 metros cuadrados y de gran luminosidad.

El mismo equipo Eidophor se construye también para TV-Color, con tres cañones de proyección en el mismo mueble y formándose la imagen gigante de color mediante la adición de los tres primarios: rojo, verde y azul.

Modernamente se han desarrollado nuevos equipos para proyección sobre pantalla grande de gran simplicidad de manejo; aunque no llegue a alcanzar las dimensiones gigantes del Eidophor, la imagen puede ser suficientemente grande (4 × 3 metros) para los fines perseguidos. La figura 38 muestra uno de estos equipos constituido básicamente por dos unidades: la de proyección y la de control.

La unidad de proyección contiene el tubo de proyección y su sistema óptico, la etapa de salida de video y la etapa de deflexión, el corrector trapezoidal, el limitador de luz, la fuente de alta tensión (50 KV y la caja de mando a distancia.

La unidad de control comprende el receptor propiamente dicho, las etapas separadoras de sincronización, circuitos de deflexión, el amplificador de video, así como la fuente de alimentación estabilizada y el amplificador de intercomunicación.

Sobre este mismo equipo básico se ha constituido también uno de proyección de televisión en colores para pantalla grande (fig. 39) con tres cañones (rojo-verde-azul). Sobre el zócalo del proyector están colocadas las tres unidades de proyección (una para cada color primario). Cada una contiene un tubo de proyección de alta calidad, de casquete esférico de 13 cm de diámetro. Este tubo funciona con una tensión anódica de 50 KV y está montado en un sistema óptico de Schmidt, consistente en un espejo esférico y una lente de conexión. Los rayos X generados a causa de la muy alta tensión aplicada al ánodo son absorbidos totalmente por el revestimiento de plomo de los cilindros.

Los circuitos electrónicos están montados en bloques fácilmente sustituibles, conectados mediante clavijas, de modo que cuando se extraen

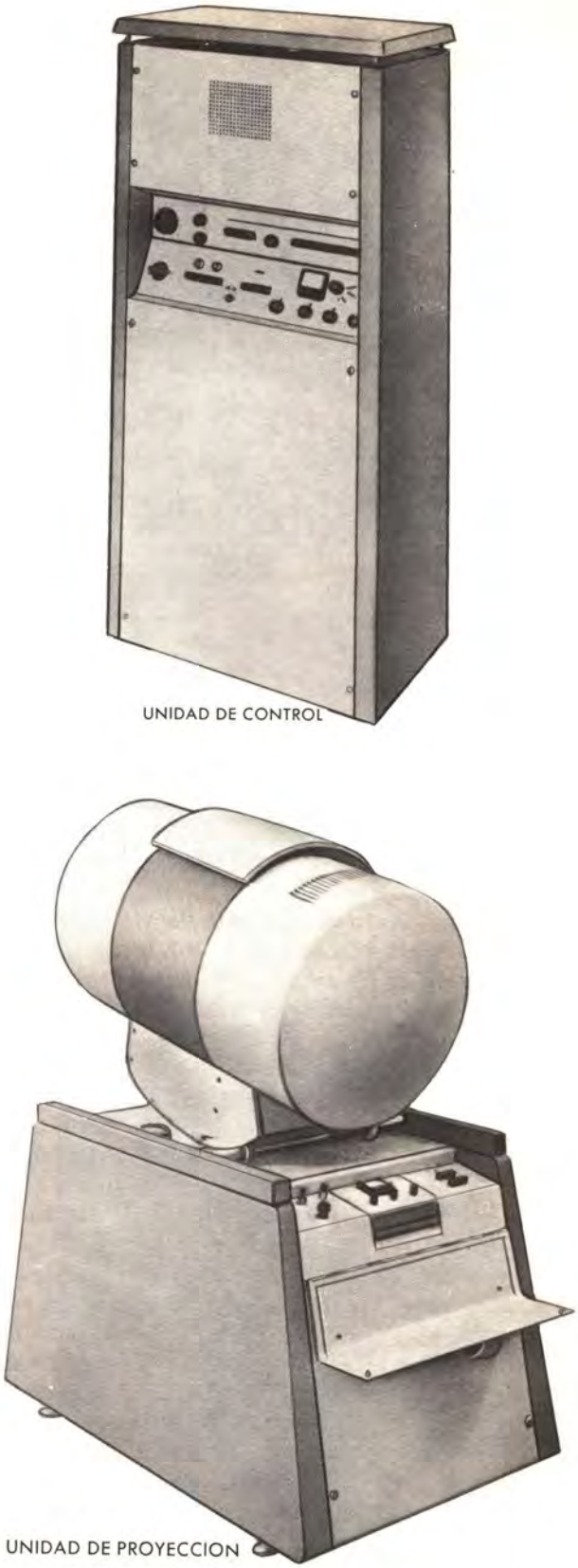


Figura 38. — Proyector de televisión Philips para pantalla grande.

Figura 39. — Proyector de televisión en colores para pantalla grande (Philips).

todos los bloques no queda ningún cableado en el zócalo. Estos bloques son: los tres preamplificadores de video, las bases de tiempos horizontal y vertical, el estabilizador de tensión, la fuente de MAT (50 KV) con su oscilador, la fuente de alimentación y los diversos paneles de mandos. Un contador incorporado indica el número de horas de funcionamiento de la fuente de MAT.

Los tres amplificadores de salida de video están alojados en los respectivos cilindros detrás de los espejos esféricos. Esto reduce a un mínimo la distancia entre las etapas de salida de video y los tubos de proyección. Cada cilindro tiene un medidor de la corriente del haz, visible a través de una abertura en la cara posterior; contiene también un ventilador para refrigerar el casquete del tubo de proyección.

El proyector está montado sobre ruedas, lo que facilita su desplazamiento.

Las amplitudes de las tres señales de video de entrada, correspondientes a las componentes roja, verde y azul de la imagen, están sujetas cada una a dos controles. El primer control se efectúa por ajuste simultáneo de las tres amplitudes, haciendo variar así el contraste total de la imagen; el segundo control es un ajuste individual de amplitud que puede considerarse como un preajuste. Con estos preajustes, las tres amplitudes de señal pueden ser reguladas de manera que las luminancias de las imágenes roja, verde y azul estén en la proporción aproximada de 30:59:11 respectivamente, a fin de obtener el blanco sobre la pantalla.

Las señales procedentes de los preamplificadores de video son amplificadas hasta 150 voltios entre crestas y aplicadas a los cátodos de los tubos de proyección.

Además de los circuitos de barrido horizontal y vertical el bloque de las bases de tiempos contiene los circuitos compensadores de las distorsiones en paralelogramo, de linealidad y trapezoidal, así como un circuito de proyección de los tubos catódicos en caso de avería de los circuitos de barrido. La distorsión en paralelogramo es consecuencia de una disposición oblicua de las bobinas deflectoras horizontal y vertical. Las distorsiones de linealidad y trapezoidal se deben a la convergencia de los ejes de los tres cilindros de proyección. Todas las tensiones continuas destinadas a los diversos circuitos están estabilizadas electrónicamente.

El bloque de la fuente de 50 KHz contiene un oscilador de 33 K, cuya señal de salida es convertida a 50 K por medio de un transformador de alta tensión y un circuito multiplicador de tensión de seis etapas. Un eficaz circuito de realimentación estabiliza la alta tensión contra las variaciones de carga, de modo que no es afectada por los cambios de luminosidad de las imágenes en colores. El conjunto de MAT, excepto la fuente de corriente para el oscilador de 33 KHz, está sumergido en un baño de aceite herméticamente cerrado. La alta tensión es aplicada a los ánodos de los tubos de proyección mediante cables especiales inmunes a la acción del aceite.

APLICACIONES DE LA TVCC

Las ventajas y posibilidades de la televisión de circuito cerrado están basadas en esencia sobre algunos puntos fundamentales:

Seguridad

La televisión permite seguir visualmente acciones que se desarrollan en el mismo instante, aunque a gran distancia. Esto ha hecho nacer instalaciones en fábricas de explosivos, donde se produce la mezcla de los diversos productos que forman el polvo del disparo, bajo los ojos atentos de técnicos que, desde centenares de metros de distancia, controlan en pantallas de televisor el desarrollo de las diversas fases. Lo mismo puede decirse de las centrales nucleares, en las que zonas completas son demasiado peligrosas para que el hombre pueda permanecer y desarrollar largamente su insustituible labor de control.

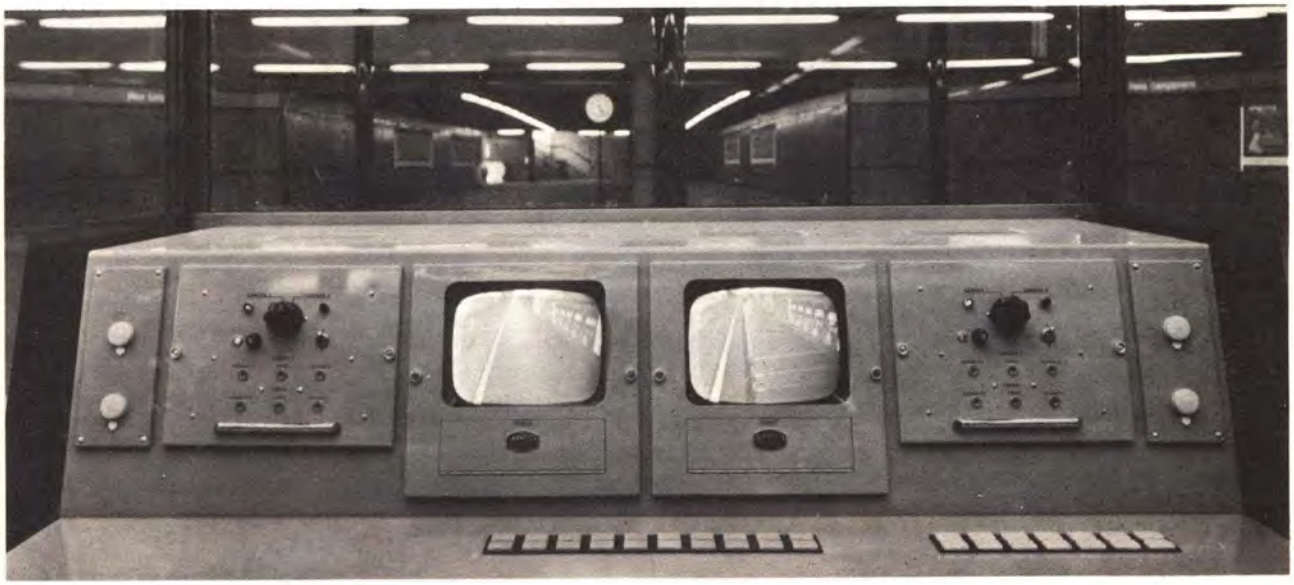


Figura 40.

Omnipresencia

La telecámara es considerablemente más pequeña que el cuerpo humano y, por lo tanto, puede alcanzar puntos absolutamente negados a la vista del hombre. Puede seguir el curso del agua potable en los conductos de la red urbana en busca de obstáculos o defectos y puede inspeccionar el interior de calderas o de grandes motores. Puede permanecer de manera constante y fiel a la intemperie, día y noche, para controlar el tráfico, sin exigir horas de reposo. Cámaras especiales afrontan condiciones increíbles en el interior de hornos para control de la combustión. En breve, la telecámara portátil, la pequeña máquina de toma industrial, ha abierto al control humano nuevas dimensiones y, por lo tanto, nuevas posibilidades de análisis y de descubrimiento. Basta pensar, para llegar a las más clamorosas aplicaciones, en el empleo de la telecámara en el campo espacial, donde los pequeños tubos vidicón han examinado por primera vez, desde cerca, la superficie de la luna, cuando esto estaba prohibido todavía a la mirada de los hombres.

Figura 41.

Rapidez

La aplicación más común de la televisión de circuito cerrado es en la actualidad en los bancos.

En este caso, la televisión, gracias a su simultaneidad, permite encontrar inmediatamente datos a distancia considerable, sin exigir el desplazamiento y, por lo tanto, la pérdida de tiempo del personal afectado. Esto ha facilitado el nacimiento de los «auto-bancos».

Se trata de un túnel, al cual se accede con el automóvil, hasta una ventanilla donde el cajero, unido a la oficina central por una telecámara y un teléfono, puede «mostrar» inmediatamente la firma a los dedicados a la búsqueda.

Figura 42. — Los bancos han sido las primeras firmas en emplear los circuitos televisivos en su trabajo. Éstos son en la actualidad muy comunes y permiten una comprobación inmediata de firmas o, como en este caso, que un auditorio completo vea las oscilaciones de la bolsa. En efecto, una pequeña telecámara (visible a la izquierda) apuntando sobre un teletipo conectado con la Bolsa, permitiría ver aumentados en las pantallas todos los datos transmitidos.

Posibilidades de mostrar simultáneamente a más personas una misma cosa

Sucede a veces que para ver una cosa se debe organizar un orden de turno. Es el caso del análisis a microscopio o pequeños objetos, no mostrables fácilmente en sus múltiples aspectos a grupos numerosos de personas.

¿Por qué proveer a toda una clase de decenas de microscopios, perder horas y horas para mostrar a cada uno la misma cosa, cuando es posible, por un microscopio y una telecámara adaptada a un monitor de gran pantalla, mostrar a todos al mismo tiempo la misma cosa?

¿Por qué apiñarse delante del transmisor que comunica las cotizaciones de bolsa cuando una telecámara y algunos monitores pueden permitir una visión inmediata a centenares de personas?

Otra aplicación es el telecinema, de gran interés para las escuelas. En efecto, ya no es necesario llevar a todas las clases de una escuela al aula magna para que asistan a una proyección didáctica, sino que será suficiente instalar en cada clase un televisor conectado a una telecámara, unida ésta al proyector cinematográfico.

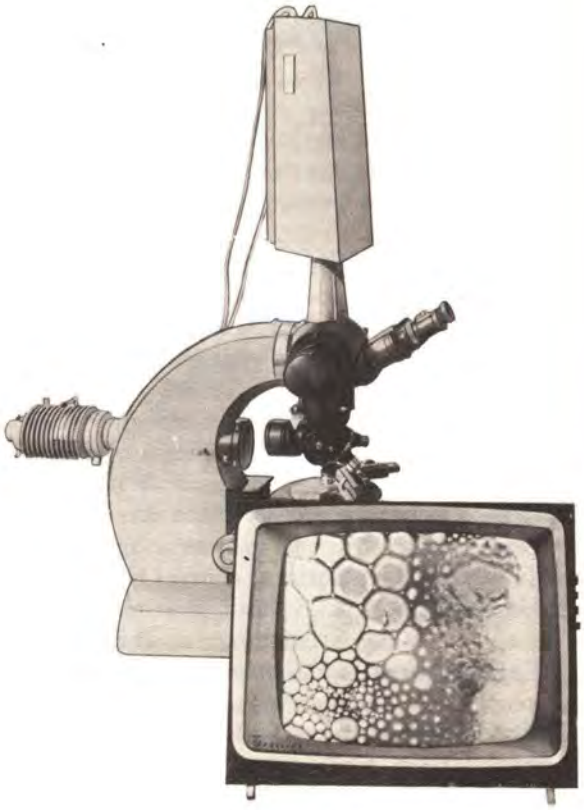
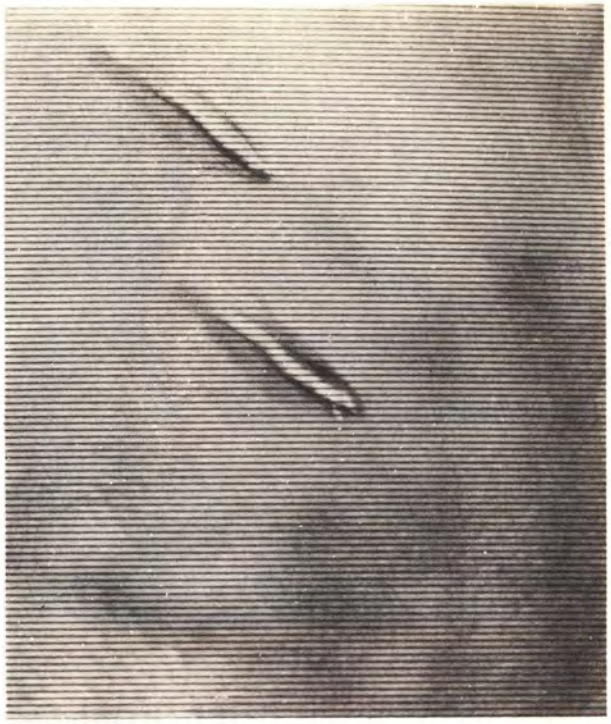
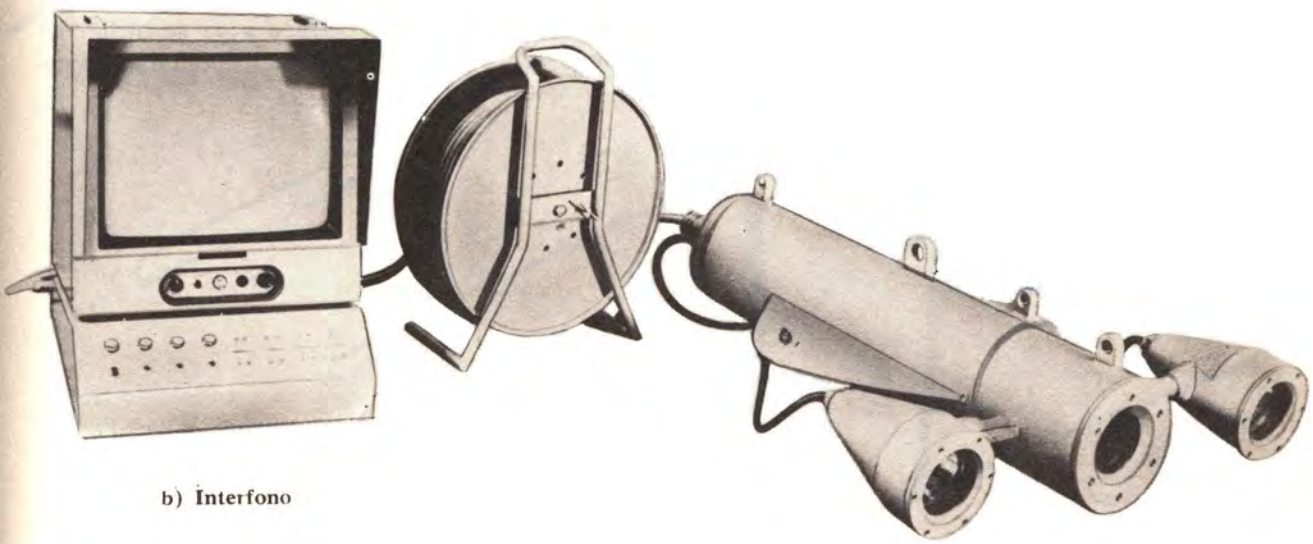


Figura 43.

a) Monitor



c) Cuadro de llamada



b) Interfono

Figura 44. — Se han instalado también circuitos televisivos a bordo de pesqueros de altura. Desde la embarcación es posible controlar con la telecámara situada según se ilustra en (a) la marcha de la pesca. En la fotografía (b) es visible el equipo completo para este cometido. En este caso, dos potentes reflectores permiten también tomar imágenes a profundidades notables. En (c) una fotografía tomada de la pantalla del monitor de a bordo de un barco de pesca. Como puede verse, es posible entrever los peces que entran en la red.

Figura 45. — Ya se ha instalado en edificios señoriales el «poder televisivo». Se trata en la práctica de una pequeña telecámara, situada en la entrada del edificio, que permite ver directamente al visitante. En efecto, para llamar a cualquiera de los inquilinos deberá oprimir un botón como el de un teléfono normal. El inquilino, al alzar el receptor telefónico, podrá hablar con el visitante y, sobre todo, verle en una pequeña pantalla.

Posibilidades de estar al mismo tiempo en dos lugares diferentes

¿Quién es el directivo que no desearía tener bajo sus ojos a todo su personal, desde el primer departamento de almacenaje de materias primas a las diversas secciones de trabajo, hasta el almacenaje del producto acabado?

También esto es hoy posible, y está bastante difundido gracias a la televisión industrial.

Podemos seguir todo un ciclo de elaboración desde la oficina directiva, que puede impartir las adecuadas órdenes gracias a un servicio de información más conveniente.

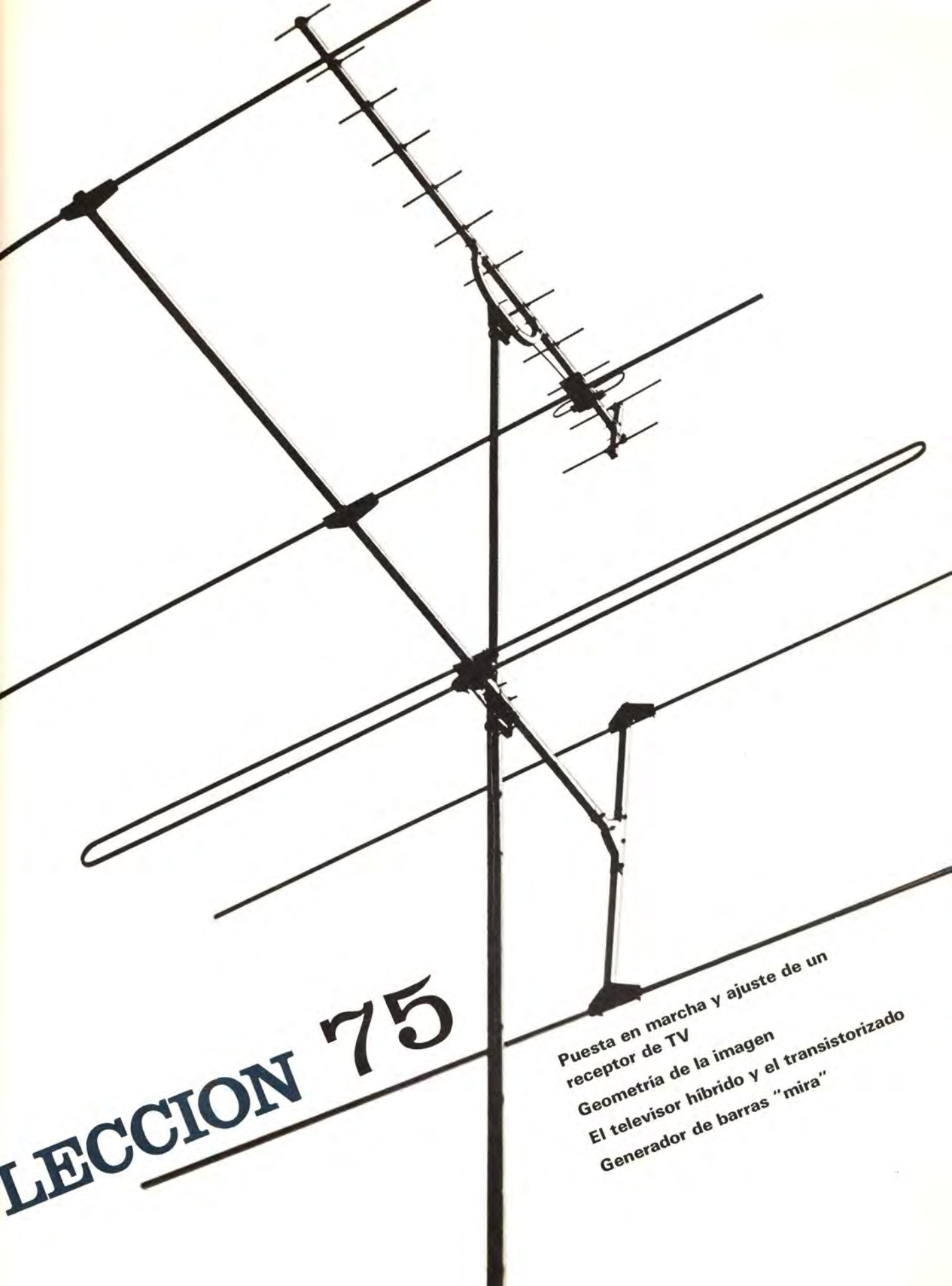
La televisión de circuito cerrado permite lo que hasta hoy era imposible: ver al mismo tiempo dos lugares diferentes, seguir dos o más acciones que se desarrollan en lugares lejanos entre sí.

Pero en definitiva, ¿cuánto cuestan estas maravillas?

Menos de lo que cabría esperar.

Desde luego queda mucho camino todavía para llegar al uso común y normal de las instalaciones de TVCC, pero se puede decir que hemos entrado ya en este camino y cada día se pedirán más instalaciones de este tipo y se necesitarán técnicos para disponerlas, cuidarlas, entretenerlas y manejarlas. Recordemos que no se trata ahora de instalaciones especiales, sino que la TVCC ha entrado en el terreno del gran público y ya se utiliza en España en hoteles, bancos, metropolitano, escuelas, hospitales, fábricas, etc.

* * *



LECCION 75

Puesta en marcha y ajuste de un receptor de TV

Geometría de la imagen

El televisor híbrido y el transistorizado

Generador de barras "mira"

PUESTA EN MARCHA Y AJUSTE DE UN RECEPTOR DE TV

PUESTA EN MARCHA

Una vez repasado el aparato de televisión, las válvulas en su zócalo, los enchufes de la parte de mandos de las bobinas deflectoras, etc., y el zócalo de TRC en su correspondiente lugar, podemos pensar en conectar el aparato a la línea de corriente.

Si tenemos en cuenta que hasta ahora no hemos efectuado ningún control, y prescindimos de los visuales, aconsejamos el siguiente sistema:

Cerciorarse de la correcta posición del cambio de tensiones del aparato con relación a la tensión de red.

Desconectar la entrada de corriente al grupo rectificador, de forma que el aparato quede sin tensión continua para la alimentación de los ánodos, y proceder a la conexión del aparato a la línea; conectemos antes un voltímetro de corriente alterna en los bornes del filamento del TRC en escala de 10 V.

Si todo funciona, como es de esperar, la tensión subirá hasta alcanzar los 6,3 V a que normalmente se debe conectar el filamento. En caso contrario se impone un repaso del circuito de filamentos del aparato.

Una vez controlado el aparato en cuanto a los filamentos de las válvulas, lo cual quiere decir que todas se encienden con luminosidad normal, procederemos a conectar otra vez la alimentación del rectificador de corriente continua, para proceder después al segundo encendido.

Con todos los controles o mandos de volumen, brillo y contraste al mínimo y con el pulsador de VHF/UHF en la posición de VHF, procederemos al segundo encendido; pero antes colocaremos el aparato de forma que con un voltímetro en escala de 500 V c.c. podemos controlar la tensión en los varios puntos de alimentación del aparato.

Con el negativo a masa y el positivo en mano, efectuaremos la conexión y rápida medida o, más que medida, control de que hay tensión en todos los puntos de polarización, para pasar inmediatamente a observar el comportamiento de la válvula rectificadora de MAT.

Si esta válvula se enciende y no produce ningún fenómeno raro, debemos dejar el aparato en marcha y controlar las tensiones, verificando que coincidan con las normalmente indicadas en el esquema y que con frecuencia deben estar comprendidas entre 180 y 250 voltios.

Si la válvula de MAT no se enciende, pasado un tiempo prudencial habrá que repasar el circuito de salida de línea. Si se enciende pero chisporrotea, quizá sea excesiva la tensión de MAT. En este caso, parar y variar la posición del potenciómetro de ajuste de la tensión de MAT.

Suponiendo que todo transcurra como es de esperar, hay que observar el conexionado para detectar un excesivo calentamiento de algún componente. Tener en cuenta que las resistencias bobinadas se calientan unas más que otras y que incluso desprenden algún olor en algunos casos.

Con el TV en marcha y sin ninguna anomalía

visible, dar volumen al aparato. En el altavoz tiene que haber sonido, quizá poco. Dar brillo a la pantalla. Si se ilumina y aparece un hormigueo en la misma, la cosa marcha bien; si por el contrario aparece blanca, con la trama clásica pero sin puntos negros, actuar sobre el control de CAG; es posible que el aparato se encuentre bloqueado. Tener en cuenta que una vez bloqueado no basta con girar el botón del potenciómetro para que se desbloquee. Es necesario esperar a que las tensiones se restablezcan, no media hora pero sí quizás un minuto en algunos casos.

Si el altavoz suena y la pantalla se ilumina, apareciendo en la misma una serie de puntos negros y blancos en desordenado movimiento, podemos considerar que ya tenemos las 3/4 partes del éxito en la mano. No debe preocuparnos si la pantalla no queda totalmente iluminada o con el rayado no horizontal; esto ya lo arreglaremos después.

FUNCIONAMIENTO CON SEÑAL

Seguidamente procederemos a introducir una señal de TV a la entrada del aparato. La ilusión del montador será conectar la señal de antena de un programa de televisión, pero para la mejor realización del trabajo, lo ideal sería disponer de una «Mira», aparato que describiremos posteriormente, al objeto de poder disponer en la pantalla del aparato de una imagen fija, normalmente formada por un cuadriculado de rayas horizontales y verticales.

Si no se dispone de una «Mira» puede utilizarse la carta de ajuste, o bien realizarlo con la emisión normal de la emisora en aquel momento. En principio supondremos que se dispone de una «Mira» o bien de la carta de ajuste en la pantalla.

Figura 1. — Imagen en la pantalla con la frecuencia de línea desajustada.

Con el televisor en marcha, y la señal en la entrada de VHF, debe aparecer en la pantalla la señal de imagen; si bien no tiene forzosamente que resultar una imagen fija, pueden aparecer rayas (fig. 1) y además con movimiento vertical. Si además la imagen aparece con un negro y un blanco excesivos, variar la posición del control de CAG si no pudiera ponerse en condiciones normales con los mandos frontales del aparato.

Una vez el televisor en estas condiciones, si el rayado de la figura 1 tiene un movimiento vertical, ascendente o descendente o aparece con imagen doblada, se deberá actuar sobre el potenciómetro de regulación de la frecuencia de cuadro para suprimir este defecto y sobre el núcleo de la bobina osciladora de línea para convertir el rayado inclinado en lo que debe ser la figura en la pantalla del televisor.

La figura podrá ser recta, estrecha, inclinada o deformada, pero actuando sobre la frecuencia de los osciladores de cuadro y de línea, la imagen debe poder hacerse visible y permanecer quieta de forma estable.

Con la figura en la pantalla, lo mejor sería prescindir de sus irregularidades y dedicarnos al ajuste de la frecuencia de línea y de cuadro en forma correcta, ya que una vez realizada ésta podremos verificar el resto con mayor precisión.

Para el ajuste de la bobina osciladora de línea a la correcta frecuencia de resonancia, conectar el cursor del potenciómetro de simetría a masa. (Este potenciómetro está contenido en el módulo de la válvula osciladora de línea, normalmente la PCF 802.)

Teniendo la señal de la mira en la imagen, ajustar el núcleo de la bobina osciladora de línea hasta alcanzar una imagen prácticamente estable. Se encontrará al mover el núcleo un movimiento de imagen hacia la derecha o hacia la izquierda; dejarlo en la posición en la cual este movimiento de traslación sea mínimo.

Con la bobina ajustada, desconectar la conexión de masa y veamos de ajustar el potenciómetro de simetría en su correcta posición. Para ello se cortocircuita la bobina diferenciadora (situada en la placa de la válvula separadora amplificadora de sincronismos) y se coloca un voltímetro en escala 0-10 V corriente continua, entre el cursor del potenciómetro de simetría y de masa.

Con la señal de la mira o de la emisora, en este caso mejor de la emisora si la mira no está estabilizada a cuarzo, haremos girar el cursor del

potenciómetro y deberemos obtener en el aparato de medida una tensión positiva hacia un lado y negativa hacia el otro.

Dejaremos el cursor en la posición en la cual la tensión indicada por el voltímetro sea cero.

Con ello, una vez retirada la conexión entre bornes de la bobina diferenciadora, quedará concluido el ajuste del oscilador de línea.

La siguiente operación será el ajuste de la tensión de Booster. Esta tensión se ajusta conectando un voltímetro con escala 1.000 V corriente continua en los bornes del condensador de Booster o bien entre el borne de alta de este condensador y masa.

La tensión se regula con el potenciómetro de ajuste de Booster, llevando la indicación a unos 600 V entre bornes del condensador o a unos 800 ÷ 820 V, entre el condensador y masa. Este valor no es muy crítico, aceptándose variaciones del orden del 10 %, viniendo por lo general indicada en cada esquema la tensión correcta a considerar en cada caso particular.

Una vez ajustado el oscilador y la salida de línea, pasaremos al correcto ajuste de la frecuencia de un cuadro, si bien aconsejamos recomprobar este ajuste una vez que la geometría de la imagen esté en debidas condiciones.

Para el ajuste de la frecuencia de cuadro se elimina la señal de sincronismo de esta parte del circuito, cortocircuitando a masa la rejilla del triodo, denominada antideslizante, y que está convenientemente incluida en la misma ampolla que el primer pentodo amplificador de la frecuencia intermedia de sonido. Normalmente, una PCF 80.

Con el circuito sin señal de sincronismo se observará un movimiento ascendente o descendente de la imagen, la llamada persiana. Con el potenciómetro de ajuste de frecuencia se lleva el cuadro a la máxima estabilidad, pero procurando que el pequeño deslizamiento de la imagen provenga siempre de su parte inferior, o sea, desde abajo arriba.

Una vez efectuado lo anterior se saca el cortocircuito de la reja y la imagen debe quedar estabilizada tanto en sentido horizontal como vertical. Para comprobarlo, hacer girar el selector cambio de canales, pasando del de sintonía a los dos más próximos, con lo cual, cada vez que vuelve a entrar señal en el televisor, la imagen debe quedar perfectamente estable en la pantalla.

Antes de dedicarnos al ajuste de la parte geométrica de la pantalla, veamos el ajuste del foco y del control automático de ganancia, ya que son prácticamente los que nos faltan, aparte de la indicada parte geométrica.

En la parte del circuito de alimentación del TRC tenemos el potenciómetro de ajuste de foco; normalmente es de 2 MΩ. Su misión es la de enfocar lo mejor posible la imagen en la pantalla del tubo de imagen. Para ello, se lleva el conmutador del selector de canales a una posición sin regleta, o sea, a una posición en la cual no exista la indicación de un canal. Con ello se obtiene en la pantalla una imagen clara, en la que se aprecia el rayado propio del cuadro. Entonces se coloca el potenciómetro de brillo a media intensidad, de forma que entre éste y el de contraste las líneas de exploración puedan verse con la mayor facilidad.

En estas condiciones, variar la posición del potenciómetro de enfoque hasta conseguir que las líneas de exploración se vean lo más nítidas posible en toda la extensión de la pantalla de imagen. Volver al canal normal, y el ajuste se da por finalizado.

Para el ajuste del control de ganancia, o potenciómetro de CAG, seguiremos el siguiente sistema: colocar el mando de contraste al máximo, con lo cual puede que la imagen aparezca o no saturada, o sea, con deformación de imagen e incluso algunas veces en la parte de sonido. Actuar sobre el potenciómetro de CAG con el fin de que la imagen no quede saturada y comprobar que con el control de contraste al mínimo la imagen no desaparezca; prácticamente se difumina, desapareciendo algunas veces la imagen y el sonido. Si esto sucediera, se aumenta el contraste con el botón de CAG, volviendo a comprobar que con el contraste al máximo el televisor no se bloquea.

Todos estos ajustes los hemos indicado en su forma de realización, procurando poder hacerlos con medios muy simples y fáciles; es lógico suponer que cada casa recomienda diversos sistemas, si bien con lo expuesto se consiguen por lo general resultados satisfactorios.

Veamos ahora cómo podemos actuar, para mejorar la parte geométrica de la imagen.

GEOMETRIA DE LA IMAGEN

Aparte de lo interesante que resulta lo hecho hasta aquí, si observamos la imagen en la pantalla, en particular en presencia de la carta de ajuste, observaremos seguramente varios defectos. Trataremos de enumerar el mayor número posible de los que normalmente pueden presentarse y expondremos la forma de corregirlos, ofreciendo en cada caso la figura con el defecto.

Recordemos en principio que la imagen perfecta es la indicada en la figura 2; por tanto, ésta deberá ser la meta que hemos de conseguir en todas las manipulaciones que efectuemos.

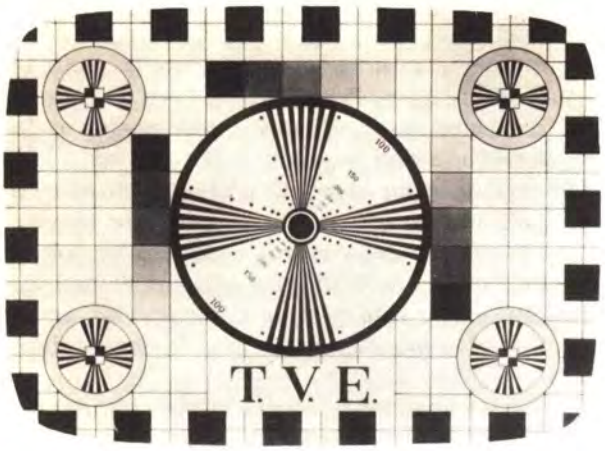


Figura 2. — Carta de ajuste con los controles de ajuste de la geometría de imagen en su posición correcta.

Figura 3. — Imagen inclinada debida a una incorrecta posición del yugo deflector.

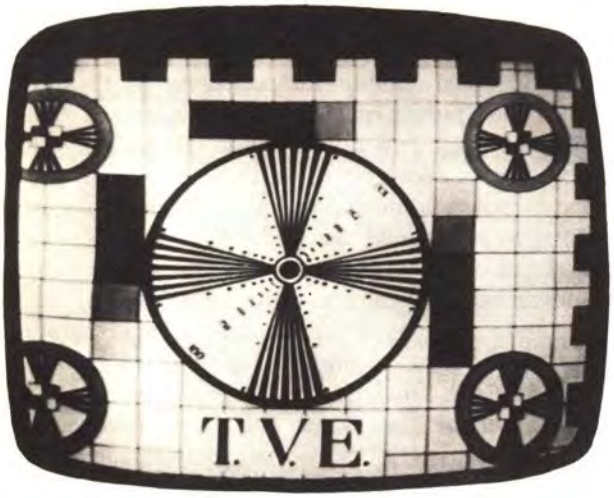


Figura 4. — Imagen desplazada lateralmente o diagonalmente, debido a una incorrecta posición de los imanes centradores.

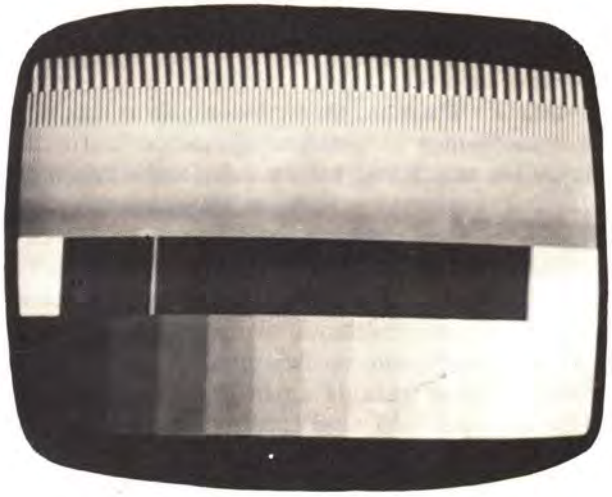


Figura 5. — Imagen con deficiente amplitud vertical.

Inclinación del rayado. — Como se indica en la figura 3 la imagen se presenta con cierta inclinación hacia uno de los lados de la pantalla.

Este defecto se corrige girando la posición del grupo deflector con relación al cañón o cuello del tubo de imagen.

Una vez el grupo en la posición correcta, fijarlo fuerte sin exagerar en el tubo de imagen.

Desplazamiento de imagen. — En la figura 4 se indica la imagen con un desplazamiento en diagonal. Puede presentarse de esta manera o simplemente en sentido vertical u horizontal.

Para corregir este defecto deberemos actuar variando la posición de los discos imantados de centrado, haciendo que la imagen quede bien centrada con relación a los bordes del tubo de imagen, tanto en sentido vertical como horizontal.

Amplitud vertical. — En la figura 5 se indica en la pantalla el efecto que produce la falta de amplitud. Puede suceder también que la tenga en exceso, en cuyo caso la figura sale de los límites del cuadro de imagen.

En ambos casos, el defecto se corrige modificando la tensión del triodo oscilador del circuito de cuadro, para lo cual un potenciómetro generalmente de 1 MΩ se encuentra situado en lugar accesible, normalmente en la parte posterior del chasis.

Otros defectos de linealidad vertical. — Otros defectos de linealidad vertical con que podemos encontrarnos son los que se muestran en las figuras 6 y 7.

La deformación de la figura 6 es debida a un defecto en la linealidad vertical superior, mien-

Figura 6. — Imagen con defecto de linealidad vertical superior.

Figura 7. — Imagen con defecto de linealidad general vertical.

Figura 8. — Imagen con movimiento vertical más o menos rápido, debido a un desajuste del oscilador de cuadro.

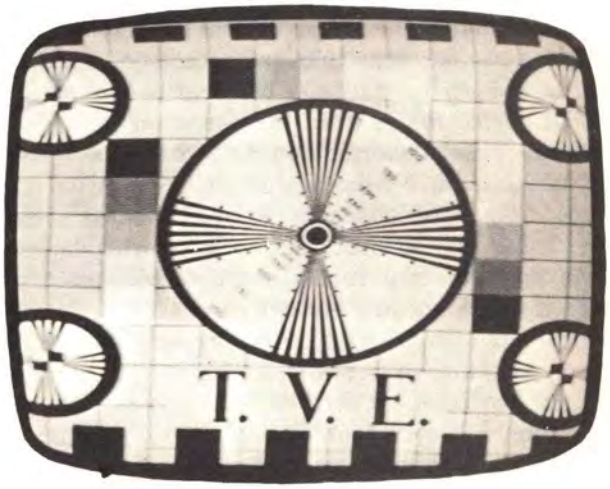


Figura 9. — Imagen con exceso de amplitud vertical.

tras que el que se muestra en la figura 7 es debido a un defecto de linealidad general vertical.

Ambos defectos son fáciles de corregir actuando sobre los correspondientes controles, que al igual que los anteriores se sitúan normalmente dentro del chasis o bien en la parte trasera del mismo.

Una vez la imagen en buenas condiciones es posible tener que efectuar un retoque en cuanto a la amplitud vertical, y tampoco estará de más comprobar la estabilidad del cuadro, y si se hace necesario podemos volver a ajustar su frecuencia.

Si actuamos sobre el selector de canales o con el cambio de VHF/UHF, y la imagen hace un salto lento de cuadro, como se indica en la figura 8, lo mejor será recomprobar el ajuste de la frecuencia de cuadro.

Amplitud horizontal. — Después de las correcciones indicadas, es posible que la amplitud de la imagen en sentido horizontal sea defectuosa, por defecto o por exceso, como se muestra en la figura 9.

Este defecto no se corrige actuando sobre un potenciómetro, como hemos venido haciendo en casi todos los casos hasta ahora. La corrección de la amplitud vertical se consigue actuando sobre el control de linealidad del circuito de línea. Se trata de variar la posición del imán que se encuentra junto a la bobina, bien por movimiento de traslación o de rotación, según características del fabricante.

Con este medio de corrección no solamente se corrigen los defectos de amplitud, sino también los de linealidad en sentido horizontal.

Figura 10. — Imagen con defecto de linealidad horizontal.

Figura 11. — Imagen con distorsión en el borde izquierdo.

El defecto de imagen que se indica en la figura 10 se corrige normalmente actuando también sobre la unidad de linealidad horizontal.

Otros defectos en la geometría de la imagen. — Con las regulaciones que hemos estado efectuando, la imagen ha quedado perfecta o casi perfecta. La perfección es difícil de conseguir, pero puede que con el cuadriculado de la carta de ajuste en la pantalla, o bien con el procedente de una mira de control, observemos que las rayas próximas a los extremos del marco que forma la pantalla no sean bien rectas. Un defecto clásico de este tipo se muestra en la figura 11.

Para la corrección de esta irregularidad, tanto si se presenta en sentido vertical como horizontal, en uno como en otro lado de la pantalla, existe también el correspondiente medio o sistema de corrección. Recordemos para ello lo dicho al describir el yugo o bobinas deflectoras y veremos que éste lleva dos imanes giratorios para la corrección de la distorsión de la imagen en sus bordes derecho e izquierdo, y que además lleva otros dos imanes de barra deslizantes en sentido horizontal, que permiten efectuar también la corrección de la distorsión horizontal.

Calidad de la imagen. — Una vez terminados los anteriores ajustes podemos empezar a hacer conjeturas sobre la calidad de la imagen. Tengamos en cuenta que el televisor se halla con los circuitos de alta frecuencia ya ajustados, sea porque hemos efectuado este ajuste o bien porque, como en la mayoría de casos, hemos efectuado el montaje con conjuntos previamente acoplados.

Los ajustes anteriores los hemos supuesto realizados con el televisor sintonizado en VHF; prácticamente podemos considerar que todavía no hemos apretado el pulsador de UHF. Solamente aconsejamos conectar un voltímetro apto para el control de los 12 V, corriente continua a que debe alimentarse el sintonizador; en los bornes de entrada de corriente antes de apretar el pulsador, conectarlo y desconectarlo rápidamente si la tensión puede ser bastante mayor. De ese modo solventamos el error, que debemos procurar no exista antes de efectuar la conexión, pues en caso contrario será más fácil que estropeemos los transistores. Por lo demás, una vez efectuado el control con una de las bandas, la respuesta en la otra debe ser la misma.

En cuanto a la calidad de la imagen, recomendamos repasar escrupulosamente cuanto ya dijimos anteriormente sobre el comportamiento y calidad de la imagen juzgada a través de la observación de las diversas cartas de ajuste, que normalmente emiten las estaciones de televisión para este objeto.

Recordemos la utilidad de todos y cada uno de los detalles de las cartas para juzgar sobre la calidad de respuesta del televisor recién estrenado.

En cuanto a la perfección de la imagen recibida recordemos que ésta depende en gran manera de la magnitud de la señal captada por la antena y presente a la entrada del aparato de televisión. No nos defraudemos por la mayor o menor presencia de nieve o disturbios en la pantalla, ya que estos defectos pueden ser muy bien ajenos a la calidad del televisor montado.

La tranquilidad o satisfacción en estos casos se consigue solamente por comparación con otro aparato, caso de presentarse alguna duda sobre el particular.

Si se posee otro televisor de sensibilidad adecuada, ya que la imagen en el mismo es muy correcta, pueden compararse los dos alimentados con la misma antena, preparando previamente un divisor resistivo de señal, como se indicó anteriormente al describir las antenas. Mejor sería si se

dispusiera de una mira, ya que en este caso podríamos inyectar su señal en el televisor y observar la calidad de la imagen, con una determinada magnitud a la entrada y efectuar lo mismo con otro u otros aparatos.

En realidad de lo que se trata es de efectuar un control de sensibilidad del aparato. Si se dispone de los medios adecuados puede efectuarse acoplando en el aparato una señal de pequeña magnitud y midiendo la tensión pico a pico a la salida del detector.

Si los resultados obtenidos fueran muy diversos puede tratarse de un defecto de ajuste o de acoplamiento entre las etapas; en particular, separar la calidad del cable o cables apantallados, empleados en la parte de alta frecuencia.

Recordemos que la mejor recepción se obtendrá en la posición óptima de sintonía del selector o sintonizador de canales, y que en el caso del selector de canales, aparte del conmutador para el cambio de canal, todos estos aparatos llevan un medio para ajustar la sintonía, la llamada sintonía fina, que recomendamos ajustar con el control de contraste, más bien alto, ya que de esta manera se aprecian mejor los defectos en la imagen.

Tengamos también en cuenta la posibilidad de obtener en la pantalla una doble imagen, como se indica en la figura 12. Este defecto, como ya se mencionó cuando se trató de las antenas y de su instalación, podía muy bien ser debido a una doble recepción de la señal de TV por la antena, debido a un reflejo. Ello debe subsanarse actuando, pues, sobre la antena, no con el televisor, con el cual lo único que podremos conseguir es ponerla más o menos en evidencia, según la posición de sus mandos.

Figura 12. — Aspecto de una recepción con doble imagen.

EL TELEVISOR HIBRIDO Y EL TRANSISTORIZADO

Lo mismo que hemos estado comentando es válido tanto para el televisor a lámparas como con los televisores a circuito híbrido, ya que como es sabido la parte transistorizada de estos circuitos no afecta a los osciladores ni amplificadores de cuadro y línea.

En el caso de televisores, totalmente transistorizados, deberemos también efectuar la totalidad de ajustes mencionados anteriormente, teniendo en cuenta que si bien los valores de los potenciómetros no serán los mismos, la finalidad y acción sobre la geometría de la pantalla sí deberá ser la misma.

PUESTA A PUNTO DE LA IMAGEN

Si importante es el correcto funcionamiento del aparato, lo es también que el usuario sepa conseguir el máximo de calidad de sonido e imagen del mismo. Éste es un detalle que es necesario comprendan los futuros usuarios de un aparato de televisión, pues no falta el que ante cualquier circunstancia se pone a manipular el selector o el que para dar más o menos brillo a la imagen se sirve del potenciómetro o botón de contraste, teniendo además la costumbre de colocar normalmente el contraste al máximo.

Para la puesta a punto de la imagen y del sonido lo primero será efectuar correctamente la sintonía del canal deseado, sirviéndose para ello de los mandos del selector, en cuyo caso se incluirá la sintonía fina o del sintonizador de UHF, que se efectúa con un solo botón.

La sintonía en televisión debe efectuarse teniendo en cuenta tanto la calidad del sonido como la de la imagen. Como ya hemos dicho antes, la calidad de la imagen se sintoniza mejor con un contraste más bien alto.

Una vez sintonizado el canal que nos interesa, debemos regular el volumen y el tono del sonido, según sea el programa a escuchar, y seguidamente la luminosidad y contraste de la imagen.

Para efectuar la regulación de la luminosidad se disminuye el brillo hasta que las partes más oscuras de la imagen pasen del gris al negro, dejando el botón en esta posición de cambio con el gris en la pantalla.

El objeto o misión del regulador de contraste es la de poner en evidencia los tonos intermedios de la figura o imagen en la pantalla del televisor.

Un contraste excesivo elimina los detalles de

la luminosidad y da como resultado una imagen confusa en la que predomina el blanco y el negro, mientras que un débil contraste da una imagen gris, prácticamente sin blancos ni negros.

En la figura 13 se da una imagen de televisión con una buena regulación de brillo y contraste, mientras que las imágenes siguientes muestran los defectos que se indican a continuación.

En la figura 14 tenemos una imagen con deficiencia de brillo, excesivamente oscura.

En la figura 15 la imagen adolece de un defecto de luminosidad o brillo, y se presenta excesivamente clara.

La imagen de la figura 16 es también excesivamente clara, pero en este caso debido a una débil regulación de contraste.

Finalmente, presentamos la imagen de la figu-

Figura 15. — Imagen con excesivo brillo.

Figura 13. — Imagen bien regulada en cuanto a brillo y contraste.

Figura 16. — Imagen con deficiente contraste.

Figura 14. — Imagen con deficiente brillo.

Figura 17. — Imagen con excesivo contraste.

ra 17, en la cual hay una ausencia de claridad, debida no a falta de brillo, sino a un exceso de contraste.

Cuando además de los programas de blanco y negro se dispone del color, entonces la regulación debe efectuarse en este caso con los mandos propios para el color, entendiéndose también una vez regulada la sintonía de este programa. En este caso se actuará sobre la regulación de la saturación y del tono del color.

Por regulación de la saturación se entiende la variación de la intensidad o brillantez de los colores. En la figura 18 se muestra una imagen de televisión en colores con la regulación de saturación en su justa medida.

En las figuras 19 y 20 se indica la misma imagen anterior, pero con regulación de saturación en defecto o en exceso, respectivamente.

La mezcla de colores se efectúa automáticamente en los circuitos del aparato. El mando para el control de tonalidad de los colores permite ajustarlo al gusto personal del televidente, haciendo, como es lógico, que los tonos correspondan al máximo con la realidad, como en el caso del tono o color de la piel de las personas que aparezcan en la pantalla, en cuyo caso se procurará al máximo la coincidencia con la realidad.

CONTROL DE TENSIONES

Una vez finalizado el montaje, y con el aparato en perfectas condiciones de funcionamiento, resulta muy conveniente efectuar un control de las tensiones existentes en las diversas partes del circuito del televisor, tanto para comprobarlas, si éstas nos han sido dadas en el esquema de montaje, como, con mayor motivo, para conocerlas en caso contrario.

Posiblemente, con esta medida de tensiones no saquemos ningún provecho inmediato, a menos que nos permita descubrir alguna anomalía, digamos de nacimiento o montaje, si la comparamos con las indicadas en el esquema; pero de todas formas su utilidad será grande cuando con el tiempo se nos presente alguna anomalía en el funcionamiento del aparato.

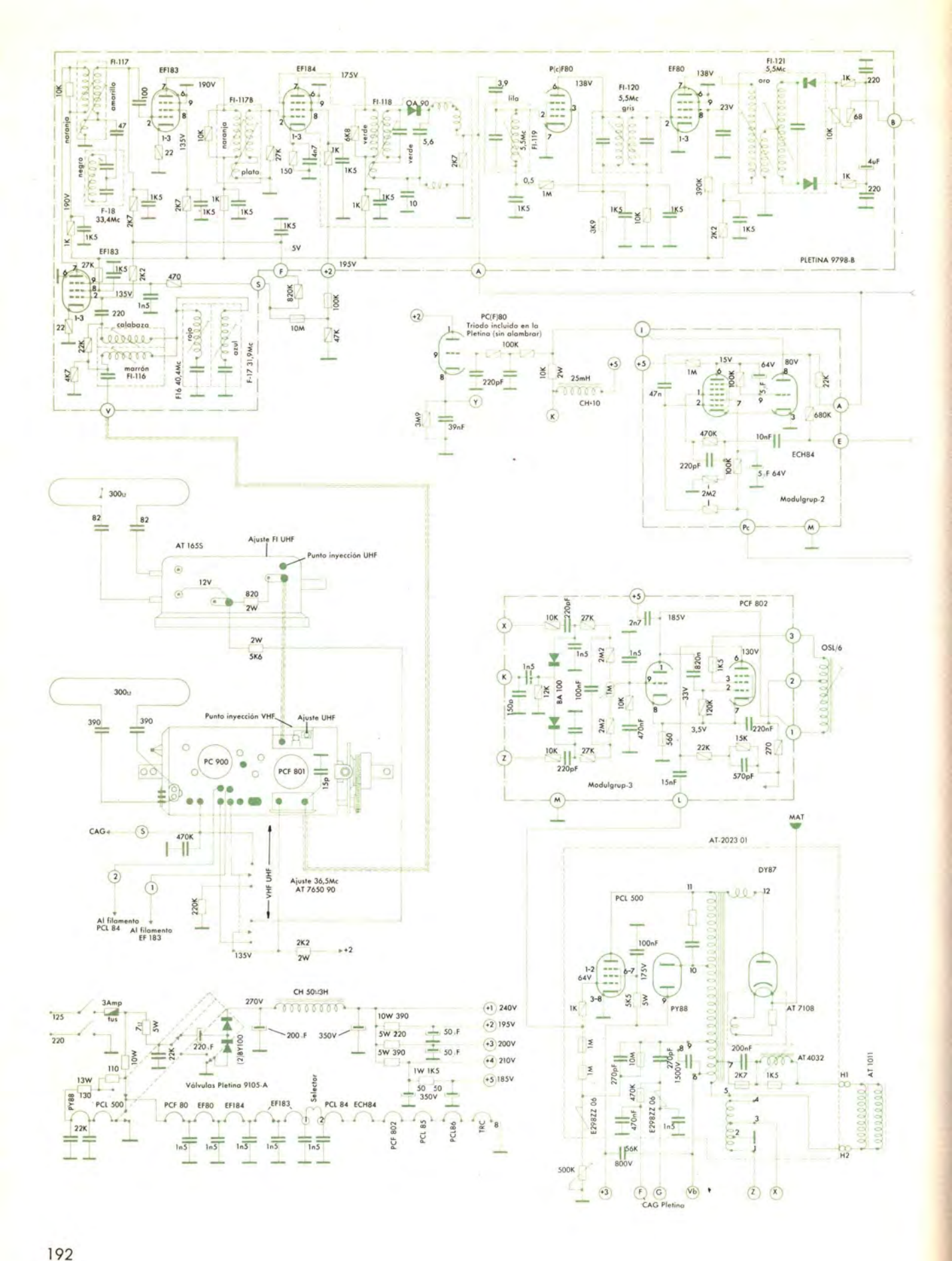
El control de las tensiones deberá efectuarse con los mandos del aparato en determinadas condiciones. Normalmente se efectúan con una señal débil en antena, con el potenciómetro de contraste al máximo y con el potenciómetro de brillo al mínimo.

En las figuras 21 y 22 se adjuntan dos esquemas: uno, de un televisor de tipo corriente con válvulas, y otro, totalmente transistorizado. En ambos esquemas se han indicado las tensiones de cada una de las partes del circuito con relación a masa.

Figura 18. — Imagen de color bien regulada

Figura 19. — Imagen de color con defecto de saturación.

Figura 20. — Imagen de color con exceso de saturación.


PLETINA 9798-B
Modulgrup-2
Modulgrup-3
PC(F)80
Triodo incluido en la Pletina (sin alambrar)
ECH84
PCF 802
AT 165S
Ajuste FI UHF
Punto inyección UHF
Punto inyección VHF
Ajuste UHF
PC 900
PCF 801
Ajuste 36,5Mc
AT 7650 90
Al filamento PCL 84
Al filamento EF 183
AT-2023 01
DY87
PCL 500
PY88
AT 7108
AT 4032
AT 1011
CAG Pletina
Válvulas Pletina 9105-A
CH 50U3H
Selector
PCF 80
EF80
EF184
EF183
PCL 84
ECH84
PCF 802
PCL 85
PCL86
TRC
240V
195V
200V
210V
185V

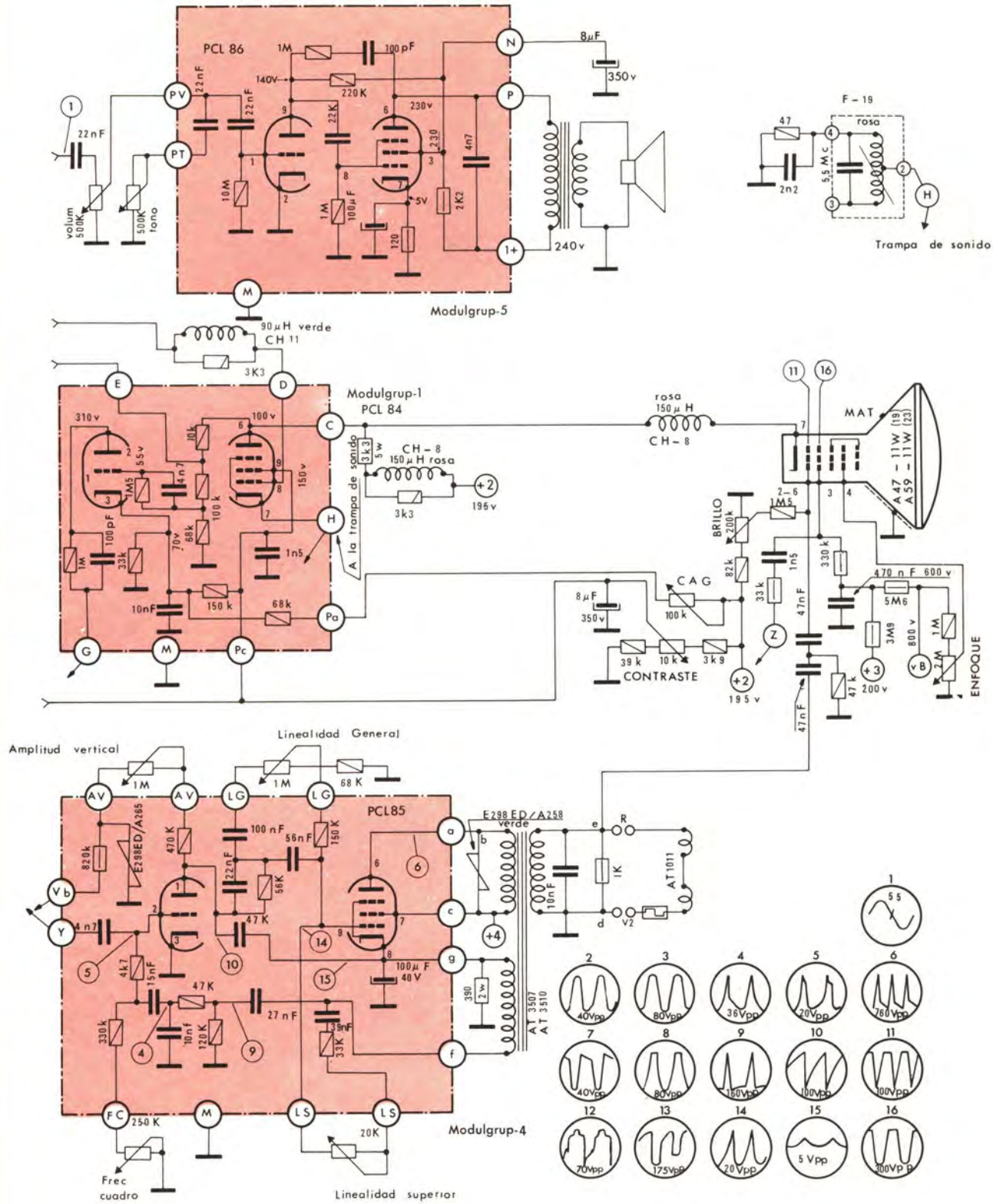
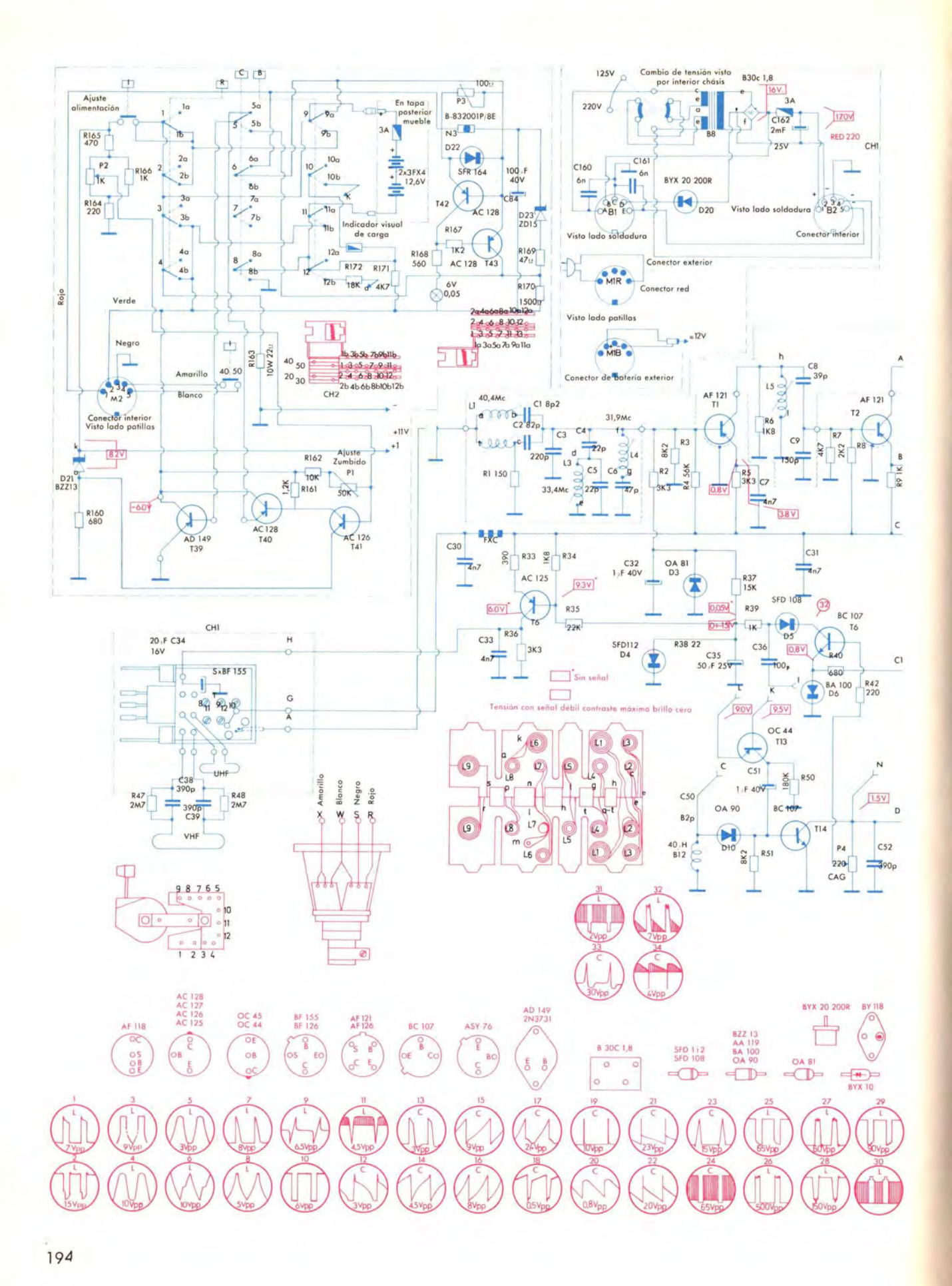


Figura 21. — Esquema de un TV de válvulas en el que se han indicado las tensiones y oscilogramas de los puntos considerados de mayor interés.


Ajuste alimentación
En tapa posterior mueble
2x3FX4 12,6V
Indicador visual de carga
B-832001P/8E
SFR 164
AC 128
Rojo
Verde
Negro
Amarillo
Blanco
Conector interior Visto lado patillas
Ajuste Zumbido P1
AD 149 T39
AC 128 T40
AC 126 T41
CH2
125V
220V
Cambio de tensión visto por interior chásis
B30c 1,8
RED 220
CH1
BYX 20 200R
Visto lado soldadura
Conector interior
Conector exterior
Conector red
Visto lado patillas
Conector de batería exterior
AF 121 T1
AF 121 T2
40,4Mc
31,9Mc
33,4Mc
AC 125 T6
OA 81 D3
SFD 108 D5
BC 107 T6
SFD112 D4
BA 100 D6
OC 44 T13
OA 90 D10
BC 107 T14
Sin señal
Tensión con señal débil contraste máximo brillo cero
CH1
S×BF 155
UHF
VHF
Amarillo
Blanco
Negro
Rojo
AF 118
AC 128 AC 127 AC 126 AC 125
OC 45 OC 44
BF 155 BF 126
AF 121 AF 126
BC 107
ASY 76
AD 149 2N3731
B 30C 1,8
SFD 112 SFD 108
BZZ 13 AA 119 BA 100 OA 90
OA 81
BYX 20 200R
BY 118
BYX 10

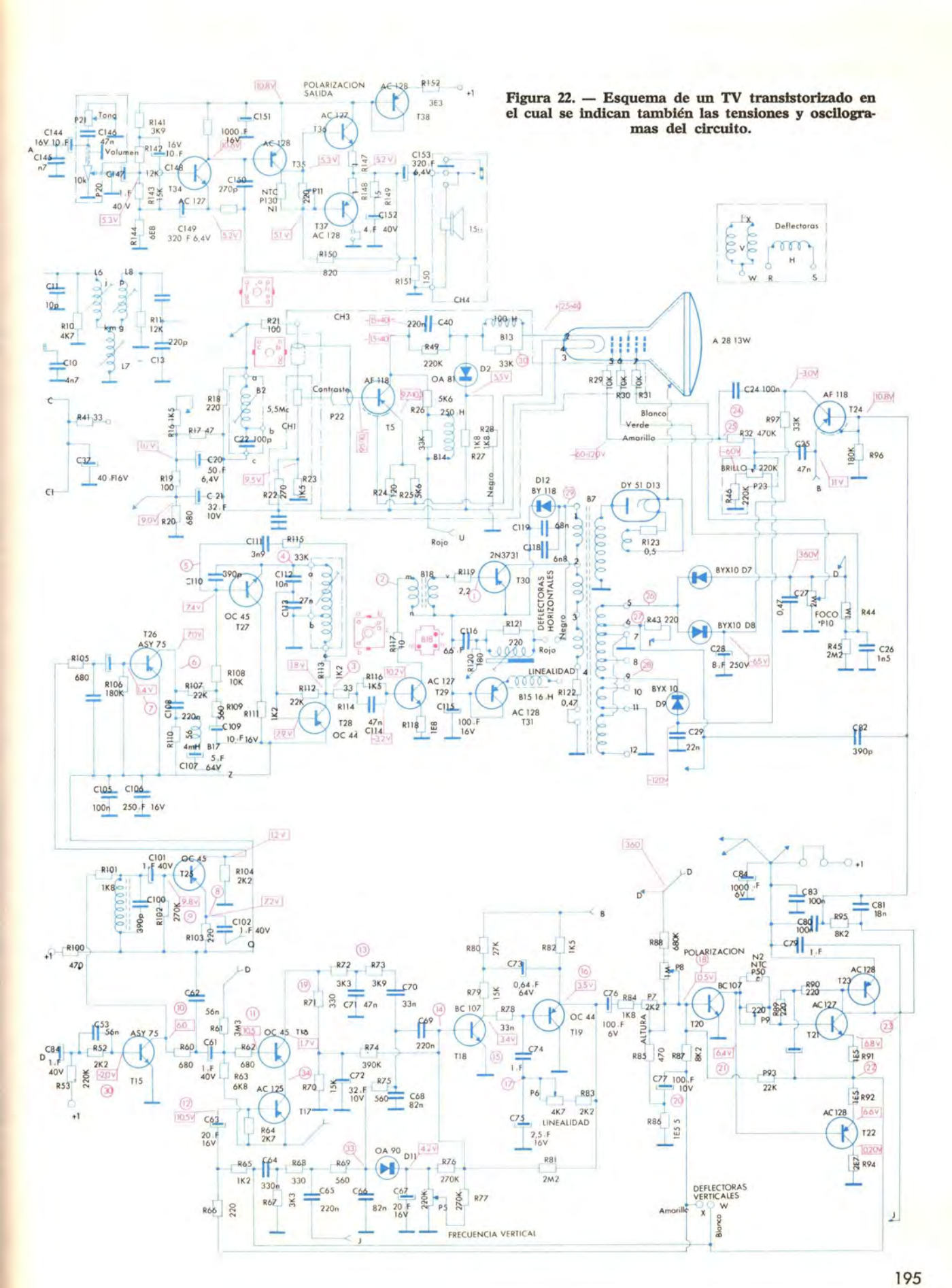


Figura 22. — Esquema de un TV transistorizado en el cual se indican también las tensiones y oscilogramas del circuito.

CONTROL OSCILOGRAFICO

Otro tipo de control más importante que el anterior, en particular pensando en una posible avería, es el control de la tensión alterna en cada una de las diversas partes del televisor.

Con este control veremos la forma y magnitud de la corriente en cada punto de exploración. Las dos cosas son verdaderamente interesantes.

Como es lógico, en este caso la exploración deberá realizarse también en determinadas condiciones, siguiendo en principio las mismas que hemos indicado anteriormente al tratar del control de las tensiones continuas del circuito.

Con ambas exploraciones, conoceremos la magnitud y forma de la corriente continua y alterna en cada uno de los puntos explorados.

En este caso sería también de utilidad disponer de una «mira», ya que con ella podríamos efectuar la exploración con determinadas condiciones de señal de entrada y además estaríamos en condiciones de repetirla en cualquier momento.

En los esquemas antes mencionados de las figuras 21 y 22, además de las tensiones en continua, hemos indicado también la magnitud y forma de la corriente alterna en cada uno de los principales puntos de exploración.

Con el televisor, el osciloscopio y con la señal, sea de un emisor de TV o la procedente de una «mira», se tiene la ocasión de volver a repasar la teoría del funcionamiento del televisor, y recomendamos nuevamente efectuar este ensayo, ya que con los medios que tenemos en mano puede servirse todo el complejo circuito del aparato, siguiendo con la visión de los oscilogramas las varias separaciones y transformaciones que se efectúan con la señal que nos llega del emisor.

Explorando la señal a la salida del detector video podemos recibir la forma de la señal de televisión, observando la presencia de los impulsos de sincronismo y las variaciones de nivel para la obtención de los blancos, negros y grises en la pantalla.

Podemos seguir esta señal a través del amplificador de video, hasta el cátodo del TRC, y, llegados al tubo, explorar también las señales presentes en las rejillas del mismo, para el borrado de los retornos de cuadro y línea.

Seguidamente podemos pasar a explorar las tensiones o forma de onda en el separador amplificador de sincronismos. Ver la inversión de las señales a la entrada de las rejillas del heptodo y la forma de los impulsos a la placa de esta válvula. Se trata de los impulsos de sincronismo, amplificados por el siguiente paso en triodo, del cual sale la señal en forma de impulsos positivos para la sincronización del cuadro y la señal en extremos de la bobina diferenciadora para la sincronización de línea.

Siguiendo con la parte del circuito vertical podemos observar la misión del triodo integrador, haciéndose visible la señal en la rejilla y placa del triodo de cuadro, en la rejilla del pentodo de salida, placa del mismo y en los extremos de la bobina deflectora vertical.

Si pasamos al circuito de línea podemos comprobar la forma y magnitud de los impulsos de comparación, la onda senoidal presente en la rejilla del pentodo oscilador de línea, la señal presente en la rejilla pantalla y la resultante en la placa de la misma válvula, que se manda al amplificador de línea.

En el amplificador de línea es interesante observar la señal presente en la rejilla de mando y en la pantalla. Para el resto del circuito de línea tener en cuenta que se trata de tensiones muy elevadas, que pueden perjudicar al osciloscopio a menos que tomemos especiales precauciones.

Una vez efectuados estos ensayos tendremos conocimiento del aparato en su parte interna de funcionamiento, lo cual nos será de gran utilidad para el futuro manejo de otros aparatos.

Teniendo en cuenta la gran importancia que tiene disponer de una señal conocida y constante, en el caso de los que se dedican a la reparación, consideramos del mayor interés poder disponer de una «mira» a ser posible portátil y mejor con alimentación independiente del receptor. En las páginas siguientes describimos el circuito de uno de estos aparatos.

GENERADOR DE BARRAS «MIRA»

Una «mira» completa es un aparato complejo del cual pueden sacarse las gamas de frecuencia necesarias para la comprobación de la frecuencia intermedia, y las correspondientes bandas de televisión deben quedar cubiertas, tanto las previstas en VHF como en UHF, dado el actual desarrollo de este canal.

La tensión de salida debe poder regularse para los ensayos de sensibilidad y de comprobación en las diferentes etapas del aparato. Normalmente, está comprendida entre los 100 microvoltios y los 100 milivoltios, pudiéndose obtener fácilmente los valores intermedios por medio del correspondiente atenuador variable.

Generalmente, la salida de estos aparatos es con impedancia de 75 Ω asimétrica, por lo que en caso de conectar la señal en la entrada de antena disponen además del correspondiente adaptador

simetrizador de impedancia a los 300 Ω clásicos de la entrada de los televisores.

La señal video se modula para obtener un número de barras, variable a voluntad, tanto en sentido vertical como horizontal, normalmente comprendidas entre más 2 y 20 en ambos sentidos. Además, llevan un control de definición por modulación a frecuencia, continuamente variable entre 2,5 y 7,5 MHz, con lo cual se puede efectuar un control de la banda pasante de un televisor en cualquier momento, de forma muy similar a la descrita para obtener este dato por medio de la carta de ajuste.

En la señal se incluyen las señales de sincronismo y borrado, de forma que con la señal de uno de estos aparatos puede efectuarse el control completo del funcionamiento del aparato televisor, incluido el ajuste de los osciladores de línea y cuadro, como si estuviéramos trabajando con la carta del emisor de TV.

También, con los mismos no solamente es posible la obtención de la imagen en la pantalla, sino también el sonido en el altavoz, de forma conjunta con la imagen o por separado.

Normalmente, la señal audio se obtiene con una frecuencia fija de 800 Hz, si bien puede efectuarse con una modulación de señal exterior o por medio de un generador de baja frecuencia, procedente de un oscilador. Con ello es posible comprobar la calidad o correcto funcionamiento de la parte de sonido.

Además de la gran ventaja de poder disponer de una señal conocida en magnitud y forma estable, para el control y reparación de aparatos de televisión, con este aparato no solamente se controla el canal o canales que pueden recibirse en el lugar, sino que además pueden realizarse ensayos con todos los canales recepcionables con el aparato de televisión.

En realidad, como ya se habrá comprendido, se trata de un generador o emisor de señal TV, el cual si se conecta a una adecuada antena es capaz de suministrar una señal de imagen y sonido no solamente a uno, sino a varios televisores, sea a través de una antena o del correspondiente distribuidor de señal TV, tal como se hace con las antenas colectivas.

Un aparato de esta categoría, si bien sus aplicaciones son muchas y las ventajas enormes, es caro de compra y muy complejo para poder montarlo un técnico no muy experto y sin grandes medios de control.

En las figuras 23, 24, 25 y 26 indicamos los esquemas de las varias partes de un aparato de este tipo.

En las revistas técnicas se divulgan constantemente muchos circuitos para la obtención de barras en la pantalla del televisor. Desde luego no se trata de aparatos completos con las posibilidades expuestas anteriormente; en general, son simples generadores de barras.

Estos aparatos son también de gran utilidad para el técnico de televisión, ya que uno de sus mayores problemas es la dificultad del ajuste de los generadores horizontal y vertical en un momento determinado, pues las transmisiones de TV se efectúan a horarios previstos.

A continuación se describe un generador de barras de construcción simple, totalmente transistorizado; por tanto, con alimentación por medio de pilas.

En el presente aparato se han suprimido los impulsos de sincronismo, pues su introducción no solamente representaría un grave problema en el circuito del aparato, sino también un fuerte encarecimiento del mismo. Con todo, en el mismo se toman las precauciones necesarias para poder lograr una correcta sincronización de las barras en la mayoría de aparatos existentes en el comercio.

Fundamentalmente, el aparato está formado por dos osciladores, que generan señales rectangulares, y un oscilador de radiofrecuencia, modulado por ambas frecuencias rectangulares.

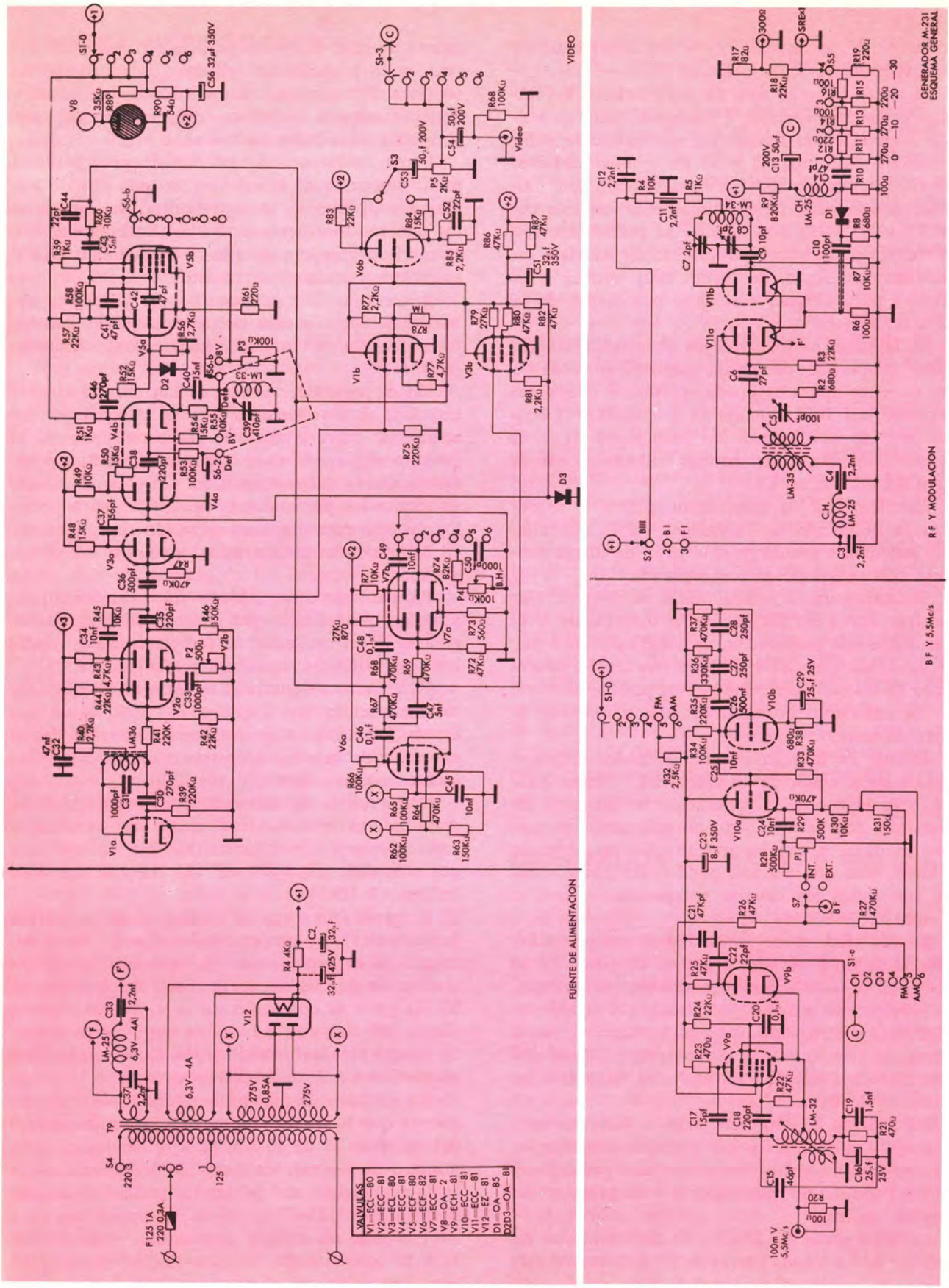
El aparato en cuestión, además de la salida de radiofrecuencia con impedancia simétrica, o sea, en condiciones para conectarse a la entrada de los aparatos de televisión, permite disponer de las señales rectangulares.

Como ya se ha indicado con anterioridad se trata de un circuito totalmente transistorizado, empleándose en su construcción los siguientes tipos o modelos: AF 124, AF 125, AF 127, 2 × ASY 26, 2 × AC 126.

El generador para la obtención de las barras horizontales será un multivibrador de funcionamiento libre; su frecuencia, teniendo en cuenta que la de desviación vertical del receptor es de 50 Hz para la obtención de ocho barras, deberá ser de 400 Hz; esta frecuencia entra perfectamente dentro de las posibilidades de un generador multivibrador libre de diseño clásico.

En el caso de barras verticales, teniendo en cuenta que la frecuencia de desviación horizontal del receptor es de 15.625, para obtener el mismo número de barras verticales, la frecuencia de la onda rectangular del generador multivibrador debería ser de 125 K.

Teniendo en cuenta que resulta muy dificultosa la construcción de un multivibrador para esta frecuencia, en el caso que nos ocupa se emplea un multivibrador del tipo «Schmitt-trigger»,



Figuras 23 y 24. — Aspecto que ofrecen los diferentes circuitos de una mira destinada a fines profesionales.

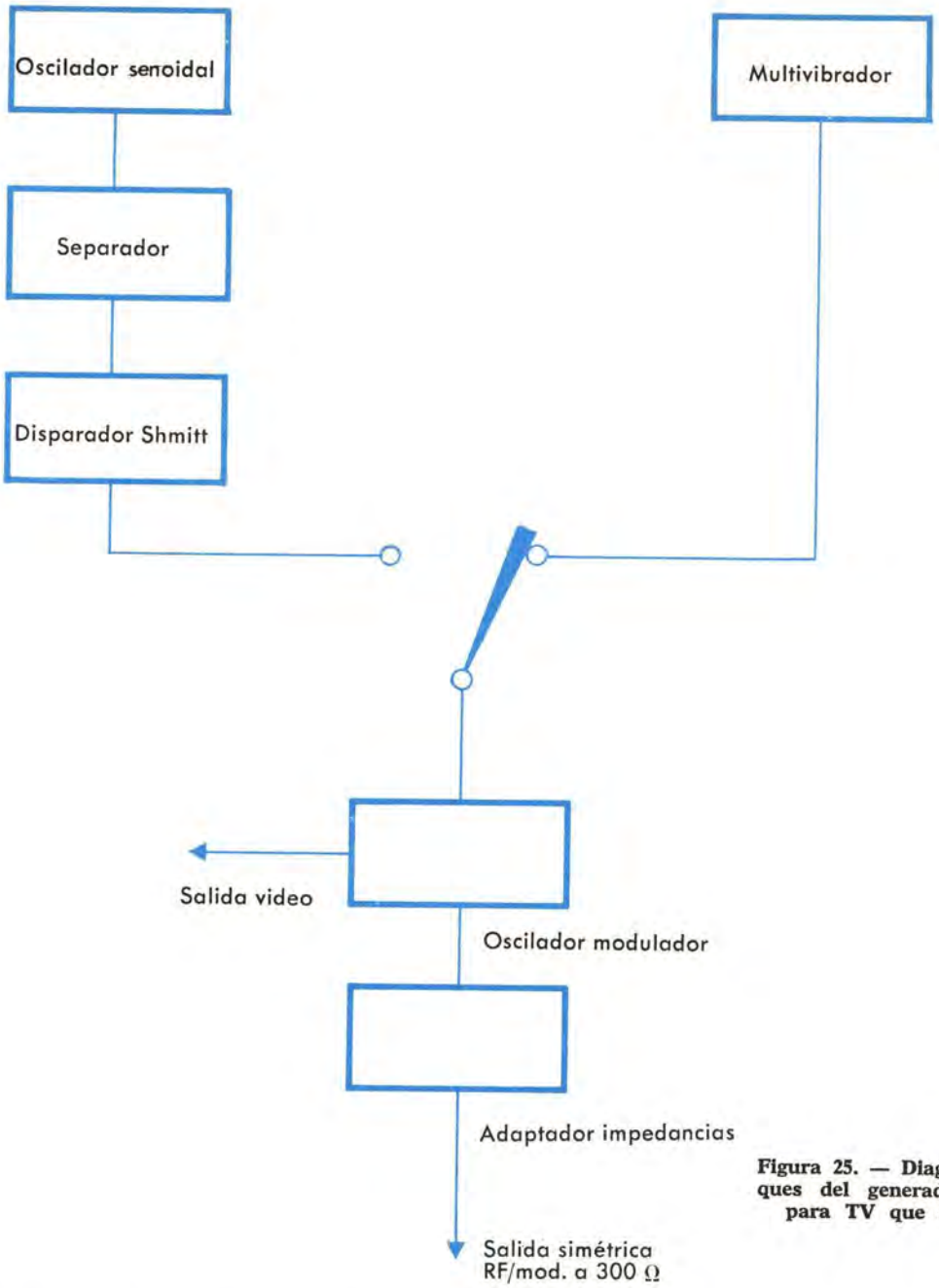


Figura 25. — Diagramas en bloques del generador de barras para TV que se describe.

que puede ser disparado por una onda senoidal.

Como sea que este circuito, durante la conducción del transistor de entrada, presenta una impedancia de entrada de magnitud muy baja se emplea una etapa separadora, para evitar se cargue excesivamente el oscilador senoidal.

Los impulsos de salida de los multivibradores modulan en amplitud a la portadora de uno de los canales de televisión. A la salida de este separador se ha colocado el adaptador necesario para lograr una impedancia simétrica de salida de 300 Ω.

En la figura 25 se indica el esquema del conjunto del generador de barras en forma de bloques. Se observa el oscilador vertical, el adaptador en el oscilador y el disparador Schmitt para la obtención de barras verticales y el multivibrador para barras horizontales.

Cualquiera de estas dos señales puede a voluntad, por medio de un conmutador, modular el oscilador de alta frecuencia que se indica.

Entre la salida del oscilador de AF y la salida del aparato se ha incluido el correspondiente adaptador de impedancias.

Figura 26. — Forma de la onda de salida del oscilador senoidal, debido a un exceso de la corriente del colector.

GENERADOR DE BARRAS VERTICALES

Se ha escogido un tipo de oscilador con gran estabilidad de frecuencia. La corriente de colector es muy reducida, con lo que se consigue una variación de frecuencia de un 0,26 % para variaciones de temperatura comprendidas entre 30 y 60° C.

Para el sistema de televisión, según la norma CCIR, que es la que nos ocupa, la frecuencia de desviación horizontal es de 15.625 Hz. En la mayoría de los aparatos, el margen de retención está incluido en el intervalo de 14.000 Hz a 16.800 Hz, es decir, que en ausencia de información de sincronismo el oscilador horizontal debe estar trabajando dentro del margen de frecuencias antes indicado, si bien lo más corriente era para un televisor correctamente ajustado que la frecuencia libre de oscilación del oscilador de línea no fuese muy diversa del valor nominal correcto de 15.625 Hz.

Se ha previsto un margen de variación para la frecuencia del oscilador de barras verticales, de forma que sea posible la obtención como mínimo de siete barras visibles para cualquier frecuencia horizontal entre 14.400 Hz y 16.800 Hz. Como normalmente una de las barras no será visible por quedar incluida en el período de retroceso horizontal la frecuencia de la onda rectangular podrá variar entre 14.400 × 8 y 16.800 × 8, lo cual equivale a una gama de frecuencias comprendida entre 115 y 134 KHz aproximadamente.

En los receptores con control accesible de secuencia horizontal podrá obtenerse la correcta sincronización con un cierto número de barras, actuando sobre dicho control de frecuencia.

El valor asignado para C_4 ha sido de 680 pF con una bobina L_1 de un valor comprendido entre 1,5 y 2,2 mH. Con ello se obtiene la variación deseada de frecuencia que hemos indicado anteriormente.

El potenciómetro R_5 permite la variación de la corriente del colector, lo cual hace posible dentro de ciertos límites controlar la magnitud de la señal de salida; cuando la corriente excede de un determinado valor aparecen oscilaciones que deforman la onda de salida del generador, como se indica en la figura 26. Estas deformaciones deben evitarse bastando para ello reducir convenientemente la corriente de colector.

Entre el oscilador y el multivibrador se coloca una etapa separadora por los motivos ya indicados anteriormente. Se emplea una disposición que permite disponer de una elevada impedancia de entrada empleando el transistor AF 125.

Para la transformación de las ondas senoidales, generadas por el oscilador en ondas rectangulares, ya hemos indicado que utilizaríamos el multivibrador Schmitt con los dotados con transistores del tipo ASY 26, adecuados para la velocidad de conmutación que se desea.

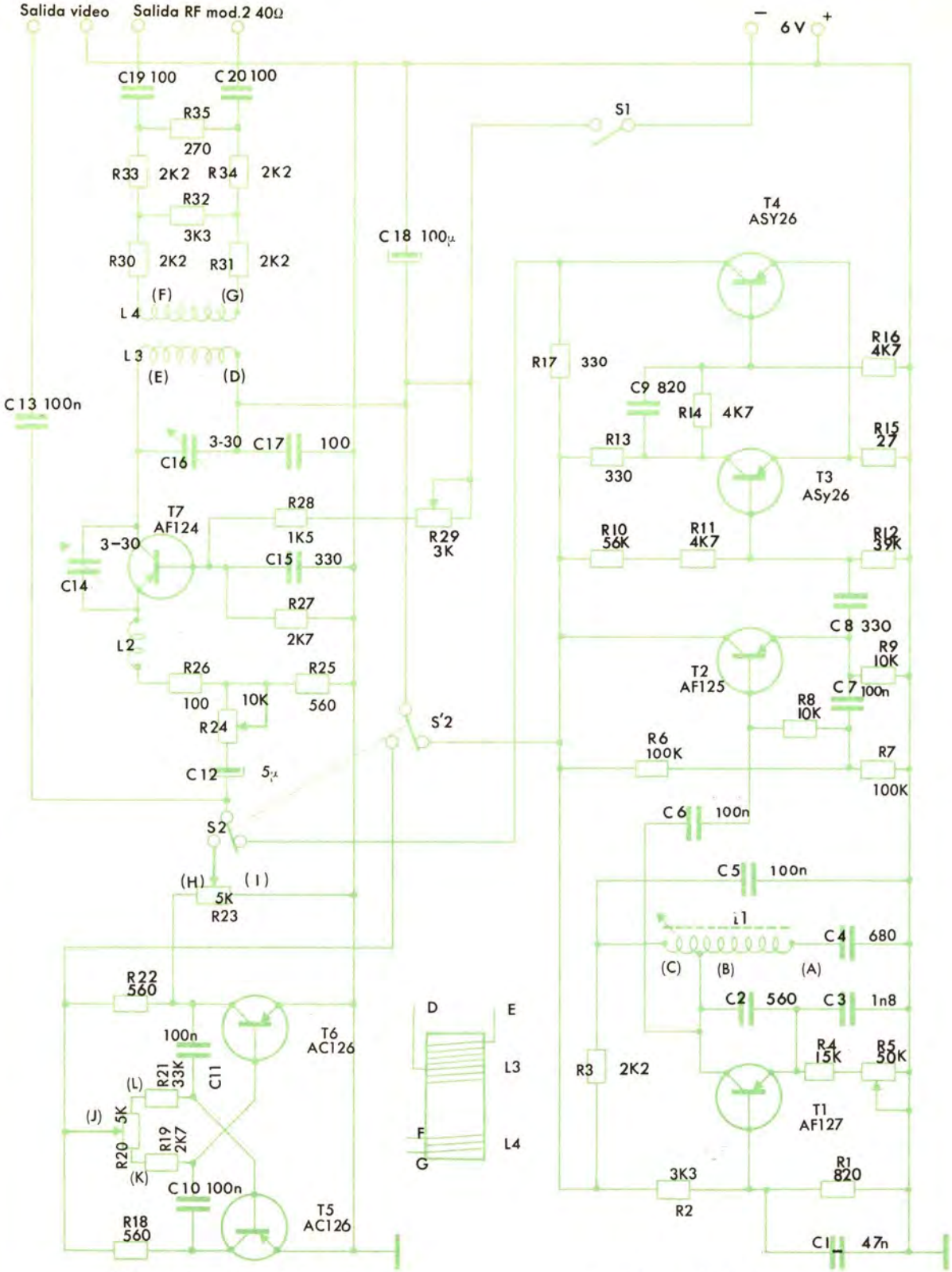
El motivo de la elección de este tipo de transistores de conmutación ha sido la necesidad de obtener impulsos con un tiempo de subida lo más pequeño posible.

El circuito permite variar la duración de los impulsos, pero como que en el caso que nos ocupa no interesa la variación del ancho de las barras, se ha elegido un ancho constante con la combinación de dos resistencias (R 10 + R 11) con un valor conjunto de 61 KΩ. Este valor se ha obtenido con una resistencia de 56 KΩ en serie con otra de 4 K7Ω, como se indica en el esquema general del aparato de la figura 27.

GENERADOR DE BARRAS HORIZONTALES

Como ya se ha dicho anteriormente que la frecuencia para el generador de barras horizontales es relativamente baja, se emplea en este caso un multivibrador formado por dos transistores AC 126, modelo o tipo empleado muy corrientemente en circuitos de audiofrecuencia.

En los receptores de televisión, la información de sincronismo se separa de la señal de videofrecuencia, de forma que las etapas responsables de la sincronización reciben nuevamente la información correcta. Si la señal que transporta la información video pasara a estas etapas puede llegar a perderse la sincronización.



L1 Bobina nido abeja de 1 m/m ancho 480 espiras hilo 0,2 m/m con capa seda toma a 320 espiras sobre núcleo Ferrita A.F. de 7 m/m

L2 1,3 metros hilo 0,2 m/m sobre una resistencia de ½ W

L3 7 espiras hilo de 1 m/m sobre 7 m/m ∅ del tubo

L4 3 espiras 1 m/m sobre el mismo soporte que L3 (ver figura)

Figura 27. — Esquema general del generador de barras transistorizado.

En el caso que nos ocupa, como ya se dijo, no existe información adicional para el sincronismo, y debido al sistema de separación, empleado en los aparatos de televisión, los impulsos rectangulares que originan las barras llegaron en su totalidad a las etapas de sincronizació

Como es sabido, la frecuencia del oscilador horizontal se corrige por medio de la comparación de las fases de los impulsos de sincronismo con relación a los producidos por el propio oscilador. En este caso el oscilador no ve la señal de sincronismo, por lo que puede existir tal condición que uno de los impulsos que deberían originar las barras actúe realmente en la comparación de fase como si se tratase de un impulso de sincronismo.

Mientras, el oscilador vertical estará sincronizado siempre de forma directa por los impulsos recibidos del separador de sincronismo a través de una red integradora, por lo que en este circuito los impulsos generadores de barras horizontales pueden actuar en la sincronización.

Los impulsos correspondientes a las barras verticales son estrechos y su influencia resulta suprimida por la red integradora, lo cual no sucede con los relacionados con las barras horizontales.

Por tanto, el control de frecuencia vertical, que como sabemos está colocado en la parte trasera de los televisores y accesible desde el exterior, deberá ser accionado para obtener la sincronización.

Como sea que el margen de actuación de este control es muy variable entre diversos tipos de aparatos receptores, ello puede dificultar la sincronización, imprescindible para lograr el correcto ajuste de linealidad.

En el caso que nos ocupa, en que el multivibrador oscila a 400 Hz, si en la pantalla se observan siete barras se puede tener la certeza de que el oscilador está a una frecuencia próxima a los 50 Hz, con lo cual ya puede procederse al ajuste de linealidad. La barra restante es la que actúa como sincronizadora.

Para evitar la posibilidad de encontrarse con dificultades en la obtención de la sincronización, se han dispuesto dos controles al objeto de variar la duración y amplitud de las ondas rectangulares correspondientes a las barras horizontales.

Teniendo en cuenta que el problema de la sincronización es la presencia de la señal de video después del separador, los dos controles introducidos permiten disminuir esta señal, hasta obtener el disparo del oscilador.

En realidad dispondremos, pues, de tres controles, y con ellos la sincronización con siete barras deberá ser posible prácticamente en todos los aparatos.

Figura 28. — Señal necesaria en el detector de video para obtener barras negras estrechas.

Figura 29. — Forma de la señal de RF modulada, para poder obtener barras negras estrechas en la pantalla del televisor.

OSCILADOR MODULAR DE RF

Los aparatos de televisión están provistos normalmente de una etapa de amplificación en videofrecuencia, existiendo por tanto inversión de fase entre la entrada y la salida de este amplificador.

Por tanto, para obtener barras negras estrechas, la señal de salida de los dos circuitos multivibradores, descritos anteriormente, debe tener la forma indicada en la figura 28.

Este generador dispone de una salida en videofrecuencia. Cuando el aparato se emplea con la radio o videofrecuencia modulada, éste se acopla a la antena del aparato televisor, pero, debido a las características de funcionamiento del detector de video, la forma de la señal modulada deberá ser la que se indica en la figura 29 al objeto de obtener en la pantalla barras negras estrechas. Lo anterior equivale a tener que disponer de una modulación negativa en la etapa osciladora moduladora de AF.

La modulación se efectúa en el oscilador, modulando por emisor, ya que con ello es reducida la potencia de modulación que se requiere.

Variando el punto de trabajo del transistor, lo cual se puede obtener variando la corriente del emisor, podemos conseguir modulación positiva o negativa; esto es debido a que las oscilaciones del generador son interrumpidas con corrientes grandes y pequeñas.

El punto de trabajo del transistor se obtiene

por medio de un divisor de tensiones en la base. Con fuerte corriente de emisor se obtienen barras negras y estrechas (modulación negativa); con reducida corriente de emisor las barras son blancas y estrechas (modulación positiva).

Se trata de un circuito con base común, realimentación capacitiva con condensador entre emisor y colector, y su salida se aplica a un transformador de impedancias para conseguir la correspondiente adaptación y simetrización, necesaria para su perfecto acoplamiento a la entrada del aparato televisor.

Mediante una combinación de resistencias se ha introducido el correspondiente atenuador al objeto de no introducir en el televisor una señal excesivamente intensa.

MONTAJE

El aparato puede montarse sobre dos placas colocando en una de ellas el oscilador senoidal, la etapa separadora y el circuito Schmitt; en la otra puede colocarse el multivibrador, el oscilador de RF y el adaptador de impedancias.

Los mandos se sitúan sobre un panel, con las correspondientes salidas para la señal de video y de RF modulada, el interruptor y los reguladores de sincronismo, anchura y atenuación, además del conmutador para seleccionar las barras verticales u horizontales.

CALIBRADO

Para el oscilador vertical ya hemos indicado anteriormente cómo debe regularse para obtener una onda en buenas condiciones.

En cambio, para el ajuste del oscilador modulador lo mejor será, tratándose de frecuencias muy elevadas, ponerlo a punto con el generador conectado a un aparato de televisión, con lo cual podrá sintonizarse a un canal determinado y efectuar los retoques con la imagen de las barras verticales y horizontales en la pantalla.

FUNCIONAMIENTO

Para obtener las barras verticales debe ajustarse el control de «sincronismo» hasta que aparezcan las barras verticales. El número de barras en la pantalla dependerá de la frecuencia del oscilador horizontal y será de siete.

Para las barras horizontales y el correspondiente ajuste en la linealidad es necesario que el oscilador vertical del receptor funcione con la frecuencia de 50 Hz. Como ya hemos dicho, con siete barras negras la frecuencia estará muy próxima al citado valor. Para fijar la posición de estas barras deberá actuarse sobre los controles de atenuación y anchura del aparato, sin dejar de lado el control de frecuencia vertical del receptor.

Para la obtención de una buena imagen en la pantalla del televisor se recomienda actuar sobre el control de sintonía fina.

Con objeto de evitar saturaciones o imágenes negativas, puede en algunos casos ser recomendable efectuar el acoplamiento entre generador y receptor capacitativamente con dos trozos de cable, conectado cada uno a la entrada y salida del aparato en cuestión.

Si bien estos problemas perjudican las características del generador de barras, que no obstante pueden reducirse con un cuidado ajuste y puesta a punto del mismo, la simplicidad y coste del aparato compensan sobradamente las inevitables limitaciones con relación a un equipo profesional.

AJUSTE DE UN TELEVISOR

Hasta aquí hemos visto los ajustes necesarios para la correcta estabilidad de la imagen en la pantalla, colocando a cada uno de los osciladores de línea y de cuadro en correcta posición.

También hemos estado indicando la forma cómo se corrigen las posibles deformaciones de la geometría de la imagen en la pantalla; hemos visto cómo se ajustaba el enfoque de la imagen y también cómo podíamos situar en una posición correcta el regulador de control automático de ganancia.

A poco que nos fijemos veremos que prácticamente lo que hemos estado haciendo es la parte de puesta a punto desde el detector o amplificador de video hacia adelante, sin preocuparnos de ninguna de las partes o circuitos de alta frecuencia del aparato de televisión.

La calidad de la imagen depende en gran manera de la calidad o correcto ajuste de esta parte del televisor. De todas formas ya fue descrita anteriormente la forma para el control de la banda pasante del aparato sin ningún mecanismo necesario para ello, pues como se recordará este control podía hacerse a través de la observación de la carta de ajuste en la pantalla.

Con el aparato en las condiciones actuales consideramos aceptable una definición de unos 3 MHz, lo cual equivale a poder definir convenientemente el haz de líneas verticales del centro de la carta de ajuste hasta el punto correspondiente al 250.

Si los resultados obtenidos corresponden con este grado de definición consideramos que el resultado es plenamente satisfactorio; pretender

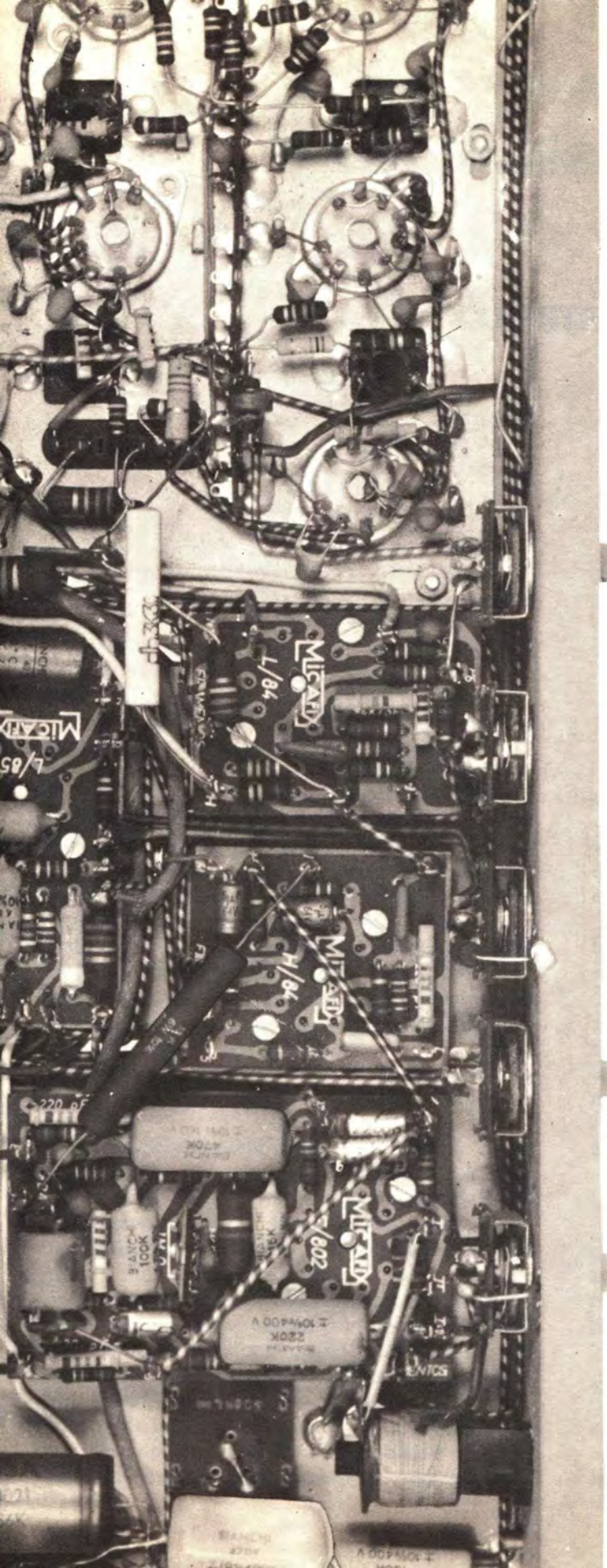
más, poder llegar hasta los 5 MHz con los actuales medios, viendo de retocar algún núcleo de ajuste de las bobinas, lo consideramos totalmente desaconsejable, ya que tratará de efectuar un retoque a ciegas, que difícilmente nos reportará mejores resultados que los obtenidos actualmente con el ajuste de fábrica.

El verdadero procedimiento para el ajuste de un aparato de televisión es complejo y varía algunas veces de forma considerable de una u otra manera, e incluso según los tipos o modelos de una misma marca, ya que ello varía con el tipo y características de los circuitos utilizados.

Teniendo en cuenta este factor recomendamos poseer o tener en mano las instrucciones particulares del fabricante o diseñador del circuito en cuestión antes de proceder al ajuste de los circuitos de alta frecuencia de un aparato por primera vez. Ello nos ahorra tiempo y los resultados obtenidos casi seguro que serán mejores.

* * *

APENDICE



SEGUNDA PARTE DEL MONTAJE DE UN TELEVISOR

AFHA

CONSTRUCCION DE UN TELEVISOR (2.ª PARTE)

MONTAJE ELECTRICO

Para describir el montaje del televisor seguiremos el orden indicado ya en la primera parte. Vamos a atenernos al máximo con el orden o sentido de la señal en los varios circuitos, tanto principales como secundarios o de servicio, como los habíamos designado. Iniciaremos el montaje con la alimentación o fuentes de energía del televisor, o sea, la alimentación de los filamentos de las válvulas, la alimentación anódica de los mismos y la alimentación propia para un circuito de transistores o televisor transistorizado.

Alimentación del televisor

La mayor complejidad de los circuitos de un televisor, así como la mayor potencia necesaria para su alimentación, y las menores tolerancias en que los circuitos deben funcionar, hacen que la alimentación de un televisor sea algo más compleja que la de un aparato de radio.

Además, el coste de los componentes justifica que se tomen ciertas precauciones para su protección; la primera y fundamental será la inserción en el circuito de entrada de un buen fusible, pues si el aparato recibe un aumento de tensión exagerado o por cualquier anomalía interna demanda un exceso de corriente, se funde el fusible y queda automáticamente desconectado el aparato de la red. Por tanto, el fusible cumple la doble función de proteger el aparato tanto de un defecto de tensión en exceso del exterior como del defecto de que el aparato solicite un exceso de corriente del exterior debido a una avería interna.

Teniendo en cuenta que prácticamente todos los aparatos están previstos para su conexión a redes tanto de 125 V como de 220 V, ello quiere decir que el fusible deberá cumplir la misión de protección en los dos casos, mientras que el consumo de corriente del aparato será prácticamente el doble cuando funcione a 125 V, del que consumirá con los 220 V. Por tanto, el valor de su corriente de ruptura no podrá ser el preciso para cada caso, a menos que se adopte la solución de colocar uno para cada corriente, lo cual en la práctica no se considera necesario.

Lo importante es la presencia del fusible adecuado para que el aparato pueda funcionar indistintamente con las dos tensiones, de forma que ante cualquier anomalía en su conexión o funcionamiento éste funcione, desconectando el aparato.

Recomendamos emplear siempre para este objeto fusibles de buena calidad; normalmente son para corrientes de 2 a 3 amperios, no procediendo a su reparación en el caso que se funda un fusible con el clásico hilito de cobre; esto, al igual que la colocación de una pieza para mayor corriente

de la recomendada por el fabricante, puede dar lugar a averías de mucho mayor coste del que puede tener una caja de buenos fusibles.

Téngase en cuenta que son muchos los aparatos de tipo electrónico que se presentan a reparar, con serios desperfectos, que no se hubieran presentado de haber colocado el fusible adecuado la última vez que se fundió, quizás a una conexión a tensión indebida del aparato.

Continuando con este tema de la protección indicaremos también que, en algunos casos, además de la protección con el fusible general, llevan uno o varios fusibles suplementarios de protección para los circuitos anódicos de las válvulas.

Otro tipo de protección, en este caso exterior al aparato, es el llamado estabilizador de tensión. Este aparato tiene la misión de entregar al televisor una tensión prácticamente constante, aunque la red presente fluctuaciones de cierta consideración.

En teoría este tipo de protección es muy interesante, ya que los excesos de tensión de red que pueden ser causa de la destrucción de los electrolíticos o de algún transformador, en particular del de MAT, quedan eliminados y también los defectos de tensión, que si bien no pueden producir una avería inmediata, sí pueden forzar algunos circuitos y dar lugar a inconvenientes en un período de tiempo más o menos corto.

Antes hemos dicho que en teoría era muy indicado este tipo de protección, ya que en nuestra opinión la necesidad del estabilizador se ha extendido tanto, que ha llevado a la construcción de unos aparatos que dejan bastante que desear en cuanto a su función; por ello en ciertos casos puede resultar peor el remedio que la eventual sobretensión que quizás algún día se produzca en la red.

Una forma práctica de conocer si hay cambios bruscos de tensión en la red es observar si se notan variaciones bruscas de tamaño en la pantalla. Si se produce un descenso de tensión, la imagen se reduce; si se trata de un exceso de tensión, la imagen aumenta. Esto se nota en instalaciones antiguas o para pequeña potencia con la puesta en marcha de una nevera o de un calentador. Si las variaciones son debidas a la puesta en marcha de uno de estos aparatos, consideramos innecesario el estabilizador, a menos que durante ciertos espacios de tiempo se note una evidente reducción del tamaño de la pantalla. De todas formas, en el caso de tener que acoplar al aparato uno de estos dispositivos de protección, recomendamos la adquisición de un buen aparato, no del primero o el más barato que encontremos en el mercado.

Otro tipo de proteción, empleado en las cadenas de filamentos, es la inserción de una resistencia NTC (Negative temperature coeficient). Se trata de una resistencia con coeficiente de temperatura negativo.

Cuando los filamentos de las válvulas se conectan en serie, al ponerse en marcha el televisor las válvulas se encienden bruscamente, debido a que los filamentos fríos presentan una pequeña resistencia. Esta forma de ponerse en marcha no es muy segura, ya que evidentemente estos golpes de corriente, a la larga, pueden acortar la vida de los filamentos de las lámparas. Para evitar este fenómeno, se conecta en serie con la cadena de filamentos una resistencia NTC, la cual presenta en frío una resistencia elevada al paso de la corriente y a medida que ésta se calienta va disminuyendo, hasta que las válvulas son recorridas por la corriente normal de funcionamiento, con lo cual el encendido de las mismas se efectúa de forma progresiva y suave, en vez de con la brusquedad de cuando no llevan el NTC de protección.

Este tipo de protección tiene también sus inconvenientes si no se emplea adecuadamente, ya que no basta con insertar la NTC en serie con el circuito de filamentos, sino que tiene que compensarse la pérdida de tensión que se origina en dicho elemento, pues en caso contrario, las lámparas trabajarán con una potencia de caldeo por debajo de la normal, prevista por el fabricante, con los consiguientes peligros de envejecimiento prematuro de las mismas.

La solución consistirá en conocer la resistencia del NTC a colocar cuando a través del mismo circule la corriente de calefacción de los filamentos, normalmente 0,3 A, y tenerla en cuenta como resistencia de caída de tensión, o bien comprobarla prácticamente alimentando la cadena de filamentos con el NTC referido, por medio de un autotransformador «variac» hasta que la corriente y tensiones de las lámparas sea la correcta, y tener entonces como tensión de la cadena la que suministra el «variac». Con este valor se calculará el de la resistencia a conectar en serie para llegar hasta los 125 ó 220 V de la línea, o el de la tensión que deberá entregar el transformador de alimentación en el secundario, destinado a la cadena de filamentos. De no hacerlo así, no tendríamos en cuenta la pérdida de energía en el NTC y, por tanto, las válvulas no funcionarán en las condiciones debidas de calefacción de filamentos.

Veamos ahora, una vez expuestos los varios sistemas normalmente empleados para la protección del aparato, en cuanto a variaciones de tensión de la red, o en cuanto a posibles defectos internos, un primer esquema de fuente de alimentación, para los circuitos de un televisor.

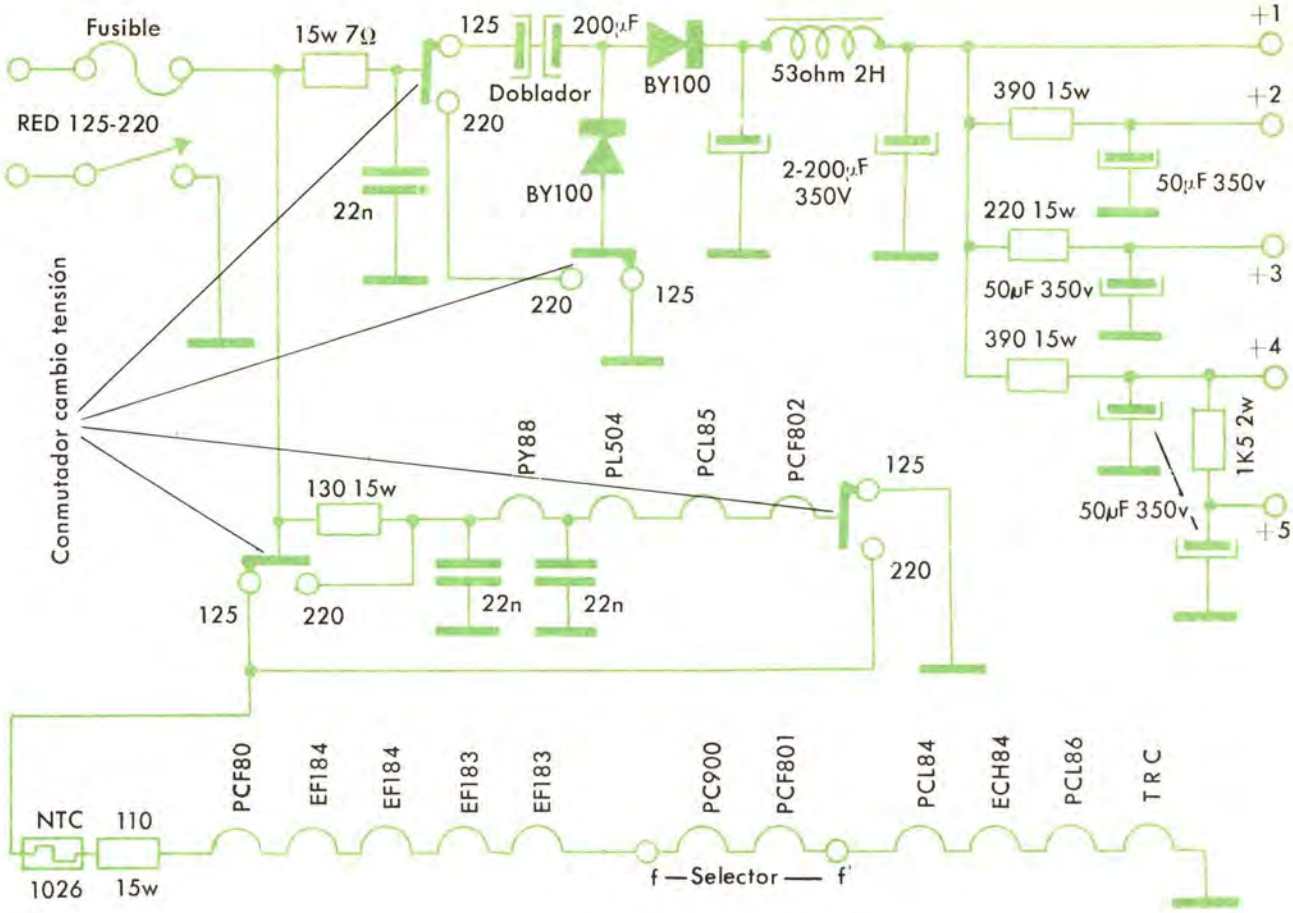


Fig. 1. — Circuito para la alimentación de los filamentos ánodos y rejillas pantallas de las válvulas de un televisor.

En la figura 1 se indica el circuito de una fuente de alimentación, en la cual distinguiremos dos partes: la inferior, destinada a los filamentos, y la superior, a los ánodos o parte de alta tensión en corriente continua.

En el circuito en cuestión no se emplea transformador de alimentación, estando la tensión de red directamente aplicada tanto a la parte de filamentos como a la de rectificación para la corriente continua.

Los filamentos están todos ellos conectados en serie, y divididos en dos cadenas que se conectan en paralelo en el caso de alimentación a 125 V, y en serie para los 220 V.

En ambos casos deben intercalarse resistencias de caída de tensión, que en este caso son de 110 y 130 Ω/15 W. Éste es el mayor inconveniente de este sistema de alimentación, ya que cuando el circuito funciona a 125 V con el consumo de 0,3 A de los filamentos tenemos una pérdida de energía de

$$RI^2 = (130 + 110) \times 0{,}3^2 = 240 \times 0{,}09 = 21{,}6 \text{ vatios},$$

los cuales no solamente se consumen innecesariamente, sino que a la vez se transforman en calor, aumentando la temperatura del televisor.

Cuando la alimentación se efectúa con 220 V la pérdida es de

$$RI^2 = 110 \times 0{,}3^2 = 9{,}9 \text{ vatios}.$$

Si en el circuito queremos introducir un elemento de protección, a base de un NTC del tipo 1026, debemos tener en cuenta que dicho elemento, cuando es recorrido por una corriente de 0,3 A, produce una caída de tensión según las características particulares, del orden de los 9 voltios, lo cual equivale a una resistencia de

$$R = \frac{9}{0{,}3} = 30\ \Omega,$$

valor que deberemos reducir de la 110 Ω que figura en el circuito y que, por tanto, deberá ser de 110 — 30 = 80 Ω en el caso de emplear un NTC para la protección de la cadena de filamentos más larga y en la cual se incluye el TRC. Cuando el televisor se conecte a 220 V, la protección será para la totalidad de las válvulas.

Para el montaje de esta parte del circuito tendremos en cuenta la colocación en lugar adecuado de las resistencias, ya que hemos visto disipan bastante energía. Un lugar adecuado, y ya previsto en la mayor parte de los chasis comerciales, es encima de la jaula de Faraday. El conexionado no ofrece mayores dificultades; sólo recordar que debe emplearse hilo adecuadamente aislado, como ya hemos dicho anteriormente, y tener en cuenta la correcta conexión en el conmutador para el cambio de tensión y respetar la colocación del TRC al final de la cadena, o sea, con un extremo de su filamento en el chasis o masa.

En la parte de alta tensión los primeros elementos son la resistencia para la protección de los diodos de silicio de 7 Ω/15 W y el condensador de paso de 22 KpF.

El sistema de rectificación es de media onda con doblador de tensión, cuando el aparato se conecta a la red de 125 V, ya que en este caso no se llegaría a la necesaria tensión de corriente continua con la simple rectificación en media onda.

Este tipo de circuito es muy empleado en televisión, dada su simplicidad y buenos resultados. Los rectificadores son de silicio y cuando el circuito se conecta a 220 V quedan conectados en serie, con lo cual se excluye el condensador doblador y se reduce la tensión inversa en los rectificadores.

En el montaje, tal como ya hemos indicado, se tendrá en cuenta que la parte metálica del condensador doblador debe generalmente aislarse de masa, y que los rectificadores se instalarán en lugar ventilado.

Seguidamente aparece la clásica red en forma de π para reducir la ondulación de la corriente rectificada, y los diversos divisores de tensión con sus correspondientes condensadores de filtro y separación entre circuitos.

Una vez montada esta parte del circuito, podrá comprobarse su correcto funcionamiento, conectando el aparato a la red y colocando cada lámpara en el correspondiente zócalo, pero dejando excluida la parte de rectificación de corriente continua. Para comprobarla, recomendamos colocar el cambio de tensión en 220 V y enchufarlo a 125 V, ya que en caso contrario, al no existir la carga, la elevada tensión del orden de los 300 V o más puede perjudicar a algún condensador al dejarlo durante un cierto tiempo en funcionamiento, prácticamente en sus condiciones límites.

Después de comprobar las tensiones, no hay que olvidar que la batería de electrolíticos quedará cargada, y puede ser causa de una desagradable descarga, si se tocan aun después de un cierto tiempo de ser enchufado el aparato.

Otra variante de circuito de alimentación es el de la figura 2, en el cual la única diferencia consiste en que la alimentación de los filamentos se efectúa a través de un autotransformador. Con ello se elimina la pérdida de potencia en las resistencias de caída de tensión y en el caso de emplear NTC ésta actúa siempre sobre la totalidad de las lámparas. En cuanto a la parte de rectificación de corriente continua el circuito es idéntico al anterior.

Ya hemos dicho que el autotransformador para la alimentación de filamentos debe colocarse alejado del cañón del TRC, pero de todas formas tendremos en cuenta que no se trata de un aparato igual a los corrientemente empleados en otros circuitos. La diferencia consiste en su protección para eliminar o reducir al mínimo posible el flujo disperso.

Con lo dicho antes queremos dejar claro que no basta con pedir un autotransformador con las entradas de 125 a 220 V de la línea y salida para la suma total de las tensiones de las válvulas que forzosamente deberán ser del mismo consumo si formáramos una sola cadena en serie. Deberemos especificar que se trata de un autotransformador para la alimentación de un televisor, lo cual quiere dar a entender que dicho aparato estará concebido para que el flujo disperso del mismo sea nulo, ya que en caso contrario, si llegare a influir sobre el cañón del TRC, sus efectos sobre la imagen del televisor podrían ser muy perjudiciales, pues como sabemos la frecuencia de cuadro es igual a la frecuencia de la red de alimentación. Por ello, una influencia del flujo del autotransformador sobre el cañón del TRC influirá, perjudicando la imagen en cuanto a la frecuencia de cuadro, apareciendo ondulaciones o franjas en sentido horizontal.

La reducción del flujo disperso en estos casos se logra dotando al aparato de una espira metálica que rodea la superficie exterior del arrollamiento y del núcleo, como se indica en la figura 3. Con ello, los flujos que tienden a salir del transformador, los dispersos, inducen una corriente en dicha espira, la cual a su vez induce un campo que tiende a anular al que lo engendró; se logra una buena o aceptable reducción del flujo disperso; no obstante, recomendamos colocar el autotransformador alejado del cañón del TRC.

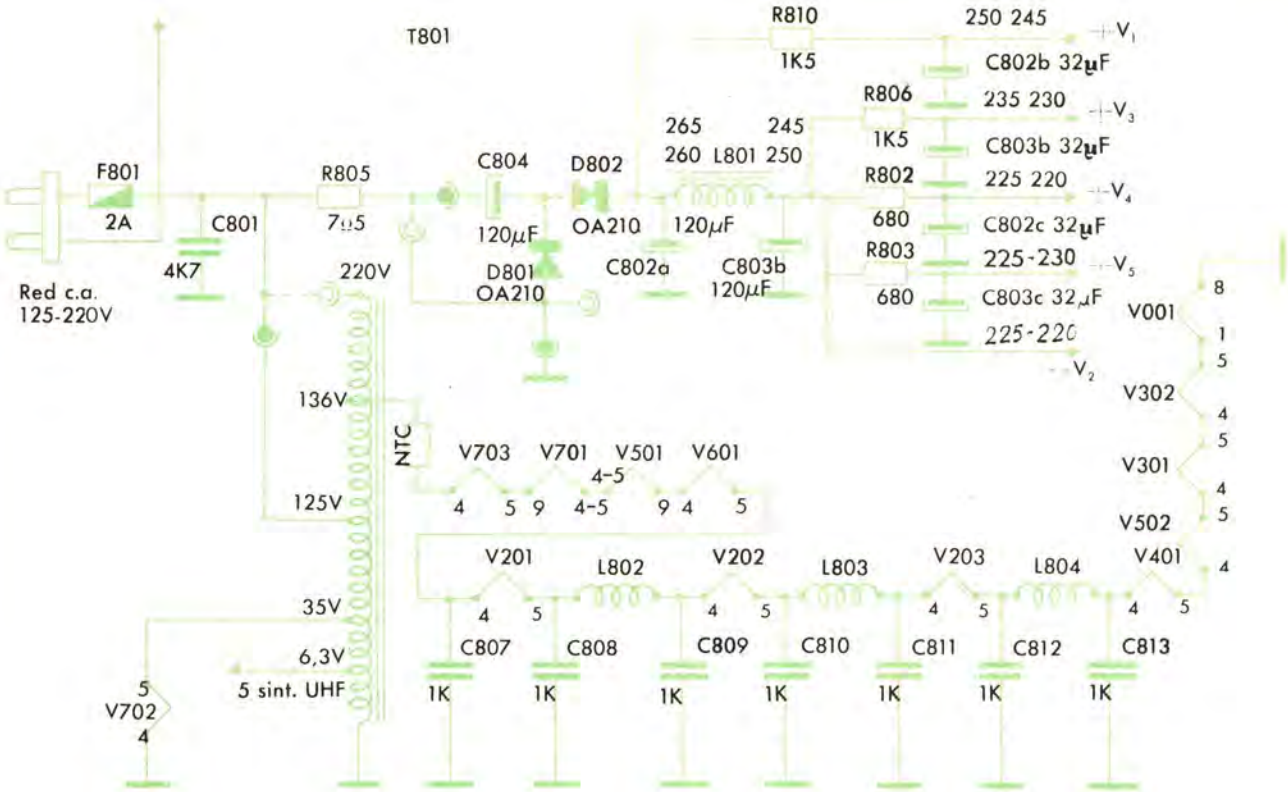


Fig. 2. — Circuito para la alimentación de un televisor con autotransformador para filamentos.

Hemos expuesto dos tipos de fuente de alimentación para TV con válvulas. Se trata de las dos versiones más corrientemente empleadas en estos casos. Veamos ahora una típica fuente de alimentación para un televisor a transistores. Es una alimentación propia de un aparato apto para red y batería de 12 voltios describiendo la parte de transformación de la tensión de red a los 11-12 voltios requeridos para la mayor parte del circuito y dejando para más adelante las tensiones de valor más elevado que como veremos se obtienen en el circuito de salida de línea (fig. 3).

Como ya hemos indicado, la corriente se debe poder tomar tanto de la línea de 125 como de la de 220 V. La transformación en baja tensión se efectúa por medio del transformador a la salida del cual, con el clásico rectificador «puente» se efectúa una rectificación de onda completa y sucesivo aplanamiento con el condensador de 64 µF.

A partir de este punto, podríamos ya efectuar la alimentación del circuito, pero la complejidad y buen funcionamiento del mismo merecen una alimentación más perfecta. Para ello, entre el rectificador y el aparato se ha incluido el circuito con los dos transistores que comentaremos.

Se trata de un circuito electrónico de estabilización. Por tanto, disponemos de una fuente estabilizadora y además protegida contra cortocircuitos, de forma que si se produjere un cortocircuito en el receptor, la base del transistor AC 127 se hace más negativa, llevándolo al corte, con lo cual, al no conducir, el transistor AD 149 queda asimismos cortado de forma que la corriente de cortocircuito queda reducida a la que pasa a través del diodo D 15, que al ser bastante pequeña no puede producir ningún daño debido a las resistencias en serie. Parte de la corriente que consume el receptor pasa a través del transistor AD 149, haciéndolo el resto a través del mencionado diodo D 15. Con ello la potencia disipada en el transistor es menor, con lo cual no se calienta tanto; mejor dicho, no tiene que disponer de un gran radiador, y la estabilización del conjunto sigue siendo buena, ya que en realidad la variación de consumo del aparato es pequeña.

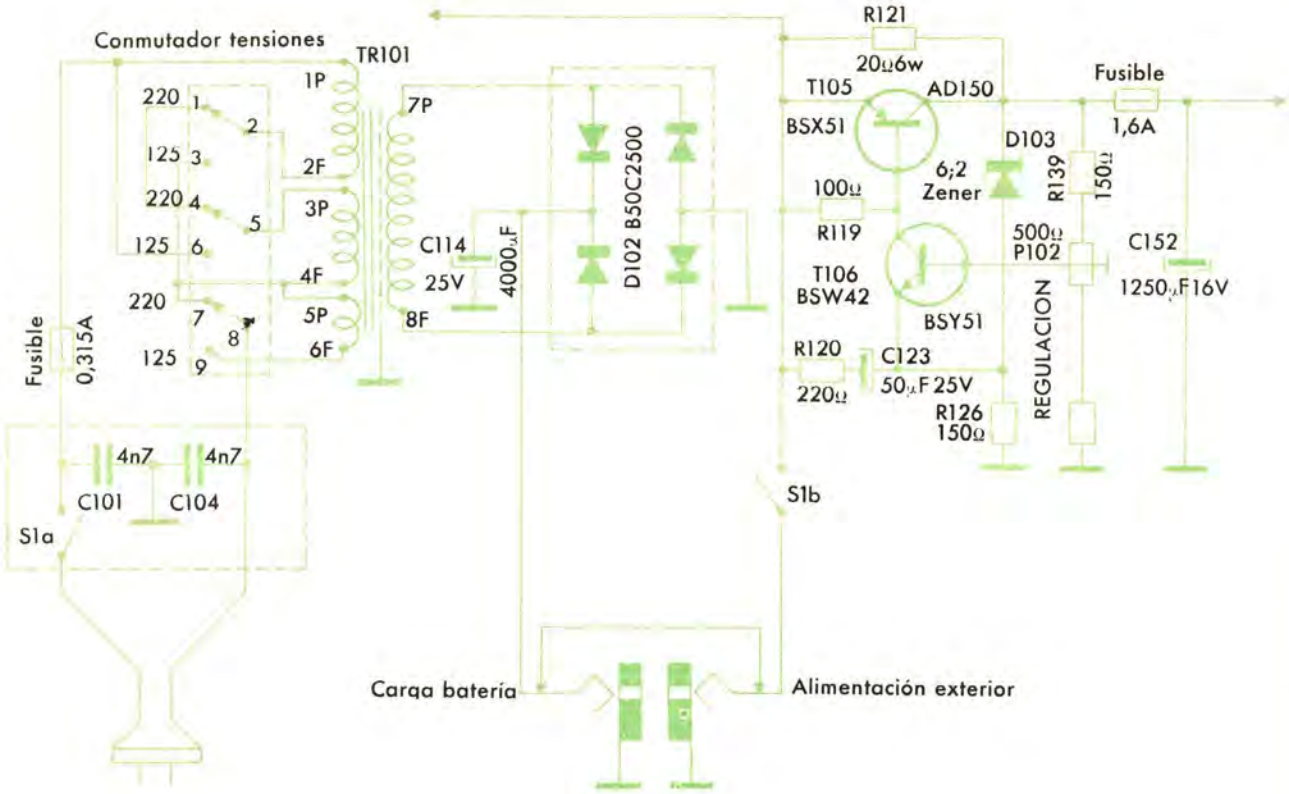


Fig. 3. — Esquema de un circuito clásico para la alimentación de un TV transistorizado.

Es importante en los aparatos como el presente, que permiten su conexión a una batería, que una inversión accidental del conexionado de la misma no pueda perjudicar a los transistores del televisor. Por tanto, puede incluirse un diodo en serie de la conexión de la batería, de forma que permita el paso de su corriente, solamente en el caso de haber conectado correctamente la batería, evitándolo en sentido contrario.

En el esquema de la figura 3 esta circunstancia también se ha previsto, ya que en caso de invertir la polaridad de la batería, el transistor AD 149 no conducirá y el resto de la corriente que circula por el diodo D 15 quedará bloqueada por estar conectado en sentido contrario.

El grado de esta estabilización, que normalmente se consigue con estos circuitos, es del orden del más menos diez por ciento ($\pm$ 10 %), suficiente para el buen funcionamiento del aparato, para poder prescindir del empleo de un estabilizador magnético que, además, para este caso debería ser un tipo especial adecuado al pequeño consumo del aparato.

Vista la descripción para el montaje de las fuentes de alimentación normalmente empleadas, y cuyo conexionado no deberá representar inconveniente alguno, veamos ahora la descripción del montaje del circuito del televisor y sus consideraciones a tener en cuenta, empezando por la parte de sintonía.

Circuito de sintonía

Como ya hemos visto en las lecciones teóricas, el circuito de sintonía está formado por el selector VHF, que amplifica la señal de antena y la mezcla con la del oscilador local, dando lugar a la frecuencia intermedia, y además por el sintonizador de UHF que efectúa las mismas funciones que el selector de VHF, pero en la gama de UHF, con la diferencia de que su salida, en vez de conectarse a la entrada del circuito de FI, se conecta a una entrada ya prevista en el selector de VHF. Por tanto, una de sus válvulas o transistores funciona cuando se recibe en UHF como primer paso de amplificación en frecuencia intermedia.

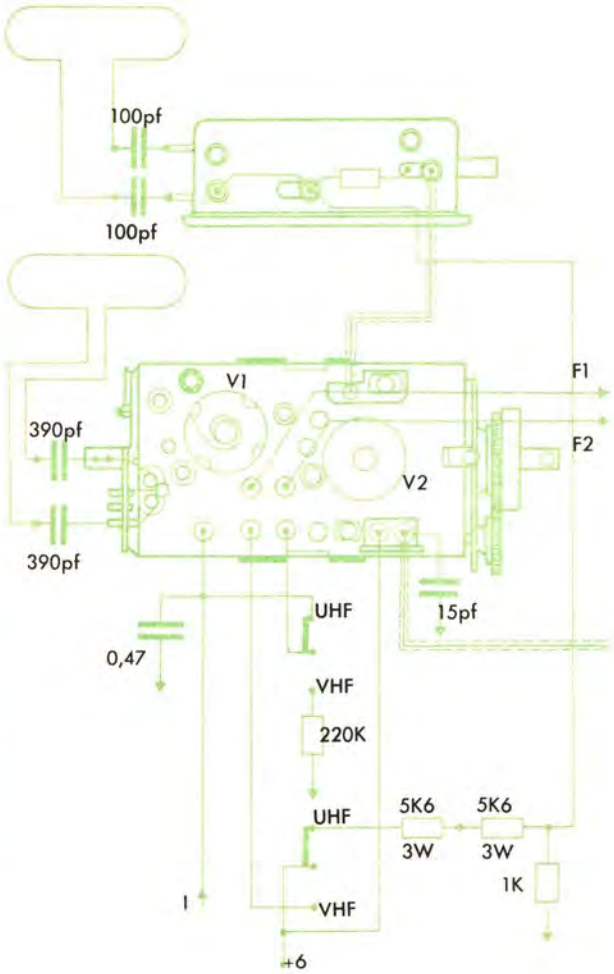


Fig. 4. — Conexionado entre un selector de canales de VHF y un sintonizador de UHF.

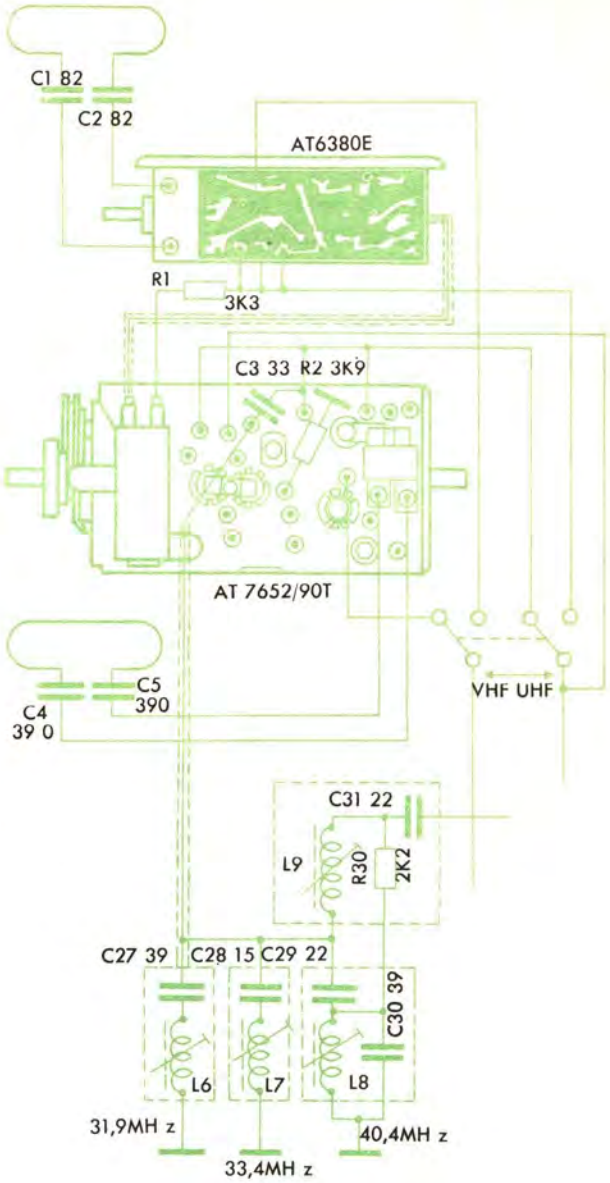


Fig. 5. — Conexiones entre el selector y sintonizador en el caso de aparatos transistorizados.

En las figuras 4 y 5 presentamos los esquemas de conexión entre los componentes de sintonía.

Para la conexión y correcto funcionamiento de esta parte del circuito tendremos en cuenta las siguientes partes:

1.° Precauciones.

2.° Entrada señal de antena.

3.° Alimentación.

4.° Acoplamiento con el amplificador de FI.

En cuanto a las precauciones queremos recordar que estos aparatos están ajustados normalmente en fábrica, para su correcto funcionamiento una vez montados. Por tanto, nos abstendremos de efectuar manipulaciones indebidas con los mismos, como tocar su interior variando posiciones, forzar los límites de sus ejes, etc.

Lo anterior no quiere decir que no deseamos conocer su composición y montaje; al contrario, recomendamos estudiar su interior, una vez repasada la lección de sintonía y llegar a conocer el aparato lo mejor posible, ya que solamente así, tanto durante su montaje como en caso de una avería, sabremos realmente lo que tenemos en la

mano. Expuesto este preámbulo, veamos ahora la parte de entrada de señal.

Ya sabemos que la mejor solución desde el punto de vista de reducción de disturbios —y en el caso de antenas colectivas se emplea exclusivamente—, la mejor bajada de señal o de antena es la pantalla. En algunos casos, muy pocos, este apantallado continúa hasta la entrada de señal en el TV, pero generalmente ésta se hace por medio de un cable de 300 Ω. Por tanto, entre los bornes de entrada de señal de TV y los bornes de antena, tanto del selector como del sintonizador, la conexión no se deberá efectuar con un cable cualquiera: tendrá que ser cable de impedancia, igual a la del cable de entrada de señal al TV e igual a la impedancia del selector y sintonizador. Como ya hemos indicado, normalmente es de 300 Ω.

La posición de este cable no será la adosada al chasis, sino todo lo contrario, es decir, colocado en lo posible al aire, ya que ésta es la mejor posición para que el cable mantenga su impedancia de 300 Ω.

Como se observa en los esquemas, en todos los casos se intercala entre el selector y sintonizador, y los bornes de entrada de señal al TV, un juego de condensadores cerámicos. Estos condensadores son necesarios para aislar o evitar que la tensión, a que normalmente está sometido el chasis del TV, pase a la antena, pues en caso contrario produciríamos un cortocircuito o pondríamos a tensión el circuito de la antena.

Como se recordará, al estudiar las fuentes de alimentación de TV con válvulas, hemos visto cómo uno de los bornes o fases de la red quedaba conectado al chasis, y como pueden recordar, o ver ahora con el selector y sintonizador en

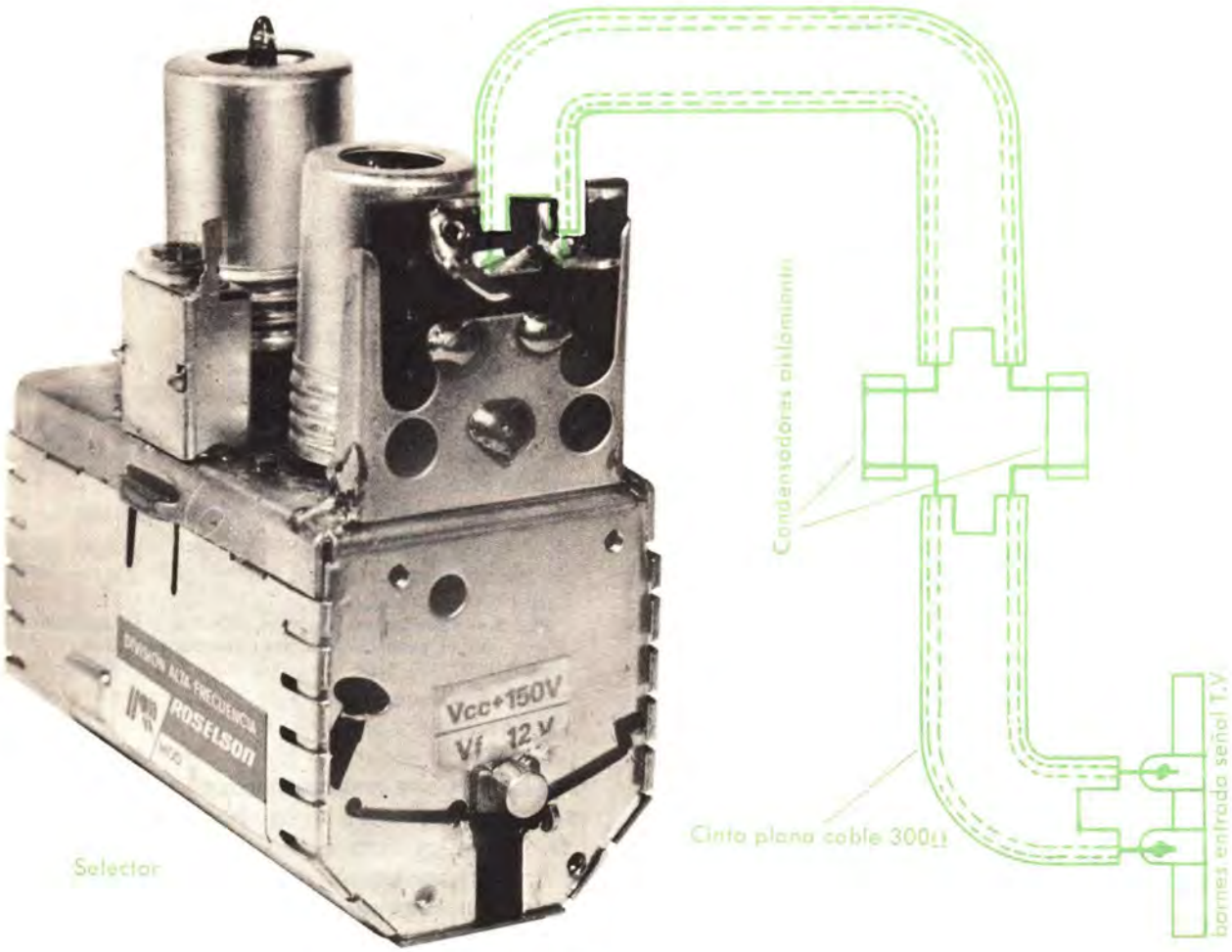


Fig. 6. — Detalle de la colocación de los condensadores de aislamiento en el cable de unión entre bornes TV y bornes sintonizador.

mano, la entrada de señal a 300 Ω pasa en estos aparatos por medio de un transformador de impedancia (balun) de los 300 Ω simétricos a los 60 Ω ó 75 Ω asimétricos con el punto de unión a masa. Es por este motivo que en los bornes de antena del selector está la tensión del chasis o masa.

Recomendamos efectuar la colocación de estos condensadores de aislamiento a lo largo del cable, ya que esta forma da más solidez a la misma que en el caso de efectuarla en los bornes del selector o en los de entrada del TV. Véase la indicación de la figura 6, la cual es válida tanto para la conexión de la antena de VHF como para la de UHF.

Con lo anterior tenemos ya la señal de TV en la parte de sintonía. Para su funcionamiento debemos proceder a la alimentación del equipo de sintonía.

En el caso de tratarse de un circuito de válvulas ya habremos efectuado la conexión para el caldeo de los filamentos. La parte de alta tensión en corriente continua la efectuaremos siguiendo el detalle de los esquemas antes indicados, tomando las precauciones necesarias para no cometer errores en el conexionado entre los selectores y el conmutador para el cambio de VHF a UHF.

La alimentación del sintonizador de UHF a 12 V, por tratarse casi exclusivamente de aparatos transistorizados, se efectúa normalmente por medio de un divisor de tensión, en el cual se tendrá muy en cuenta que las resistencias que se emplean sean de la potencia que se indica en el esquema.

Este sistema de alimentación tiene el inconveniente de estar sometido a las variaciones de la red, y además si se conecta el aparato, estando éste en sintonía para UHF, sus transistores quedan sometidos a un exceso de tensión, pues la alta tensión continua es la correcta con el aparato en consumo normal, pero en el momento del encendido. Si se trata de válvulas, el consumo en corriente continua es nulo y por tanto la tensión es superior a lo normal.

Para evitar este inconveniente, en algunos casos el divisor de tensiones se efectúa intercalando en el mismo un diodo Zener, el cual hace que la tensión sea siempre en cualquier momento de 12 V, como se prevé normalmente.

La figura 7 indica una alimentación para sintonizador de UHF de este tipo. Para la buena regulación con el zener hay que tener en cuenta que su tensión debe ser de 12 V y la potencia consumida por el mismo del orden de la mitad de la estipulada por el fabricante.

Cabe decir que el condensador de 470 KpF de desacoplo, que normalmente viene indicado en el

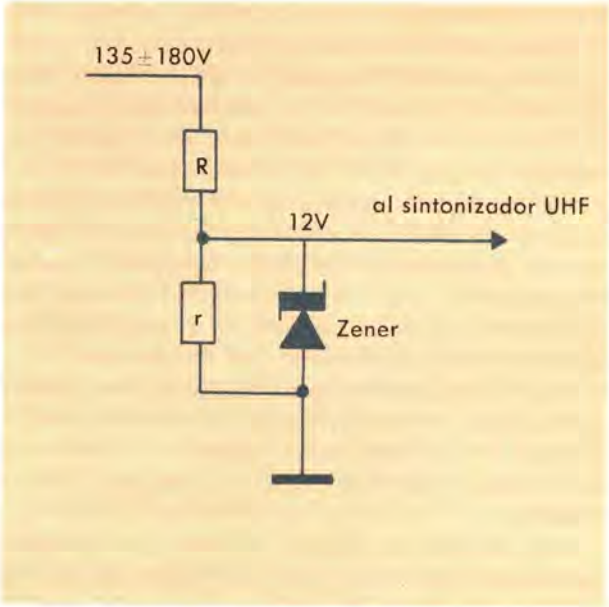


Fig. 7. — Circuito de alimentación para sintonizador UHF estabilizado con dicho Zener.

borne del CAG del selector, puede colocarse también en la misma conexión, pero en el chasis, no forzosamente encima del selector. Además, la conexión entre sintonizador de UHF y selector de VHF, tal como se indica en los esquemas, deberá realizarse con cable apantallado. Es importante que tanto este cable como el que une el selector con la pletina de FI sea de buena calidad; o sea, no sirve para esta conexión cualquier cable apantallado. Debe emplearse cable de 60 Ω con aislamiento de politeno, el cual se presenta con un color translúcido, normalmente nunca en colores vivos para estos menesteres.

La pantalla o trenza se conectará en ambos extremos a masa, efectuando la soldadura con precaución, pues el politeno reblandece fácilmente al calentarse y puede producirse un cortocircuito entre la trenza y el conductor central, que anularía el paso de la señal. Para reducir el peligro recomendamos soldar primero la trenza a masa con el extremo del cable en posición adecuada, para que, en caso de reblandecerse el material, éste no sea deformado por la trenza caliente.

Finalmente, debemos efectuar el acoplamiento entre la salida del selector VHF y la entrada al amplificador de FI. Esta conexión la realizaremos con el mismo cable y las mismas precauciones indicadas antes, teniendo también en cuenta efectuar la soldadura de la trenza con ambos extremos a masa.

Para el correcto acoplamiento entre estas dos

partes del circuito, los fabricantes recomiendan normalmente introducir entre la conexión y entrada una capacidad adicional, un determinado valor de capacidad, con objeto de obtener una banda de paso de unos 6 MHz. Este valor acostumbra ser del orden de los 65 pF. La introducción de esta correcta capacidad puede lograrse midiendo la capacidad del trozo de cable y añadiendo el resto con un condensador cerámico apropiado o bien solicitando el valor de la capacidad del cable al comprarlo y deducir por cálculo el que le corresponde al trozo apantallado que empleemos.

Una vez efectuadas todas las conexiones, y comprobada su correcta ejecución, podremos pasar a la parte de FI, pero antes vamos a comentar un detalle que en algunos casos tiene su importancia posterior.

Con lo indicado hemos efectuado el conexionado de una parte del circuito, relacionada con los mandos exteriores. Nos falta conectar los potenciómetros de volumen, contraste y sintonía para tener toda la parte relacionada con los mandos exteriores.

En algunos tipos de chasis y mueble, esta parte queda desligada mecánicamente del resto del montaje del televisor. Nos referimos a que después se puede colocar o sacar el chasis donde se monta el resto del circuito sin tener que tocar esta parte a menos que las conexiones entre ambos no las liguen y nos obliguen a manejarlas siempre juntas. En los casos que la parte mecánica lo permite, consideramos una buena solución el prever la unión de esta parte con el resto por medio de un enchufe, de forma que ambas partes puedan separarse mecánica y eléctricamente. Entonces puede emplearse para ello una base octal o noval con el correspondiente zócalo para las conexiones. El macho para las conexiones de la parte de mandos y sintonía y la hembra o base en el chasis general del televisor.

Circuito de frecuencia intermedia

Tenemos ya la señal de FI en la pletina o circuito de amplificación en frecuencia intermedia.

La pletina de frecuencia intermedia se encuentra en el mercado bajo la denominación de «pletina de video», montada y ajustada, con la ventaja, en relación al montaje alambrado propio a mano, que el fabricante ya ha efectuado su ajuste. Téngase en cuenta que este ajuste es difícil de conseguir si no se dispone de los aparatos adecuados para realizarlo.

En la figura 8 se ofrecen dos aspectos de la versión comercial de una pletina de frecuencia intermedia con válvulas.

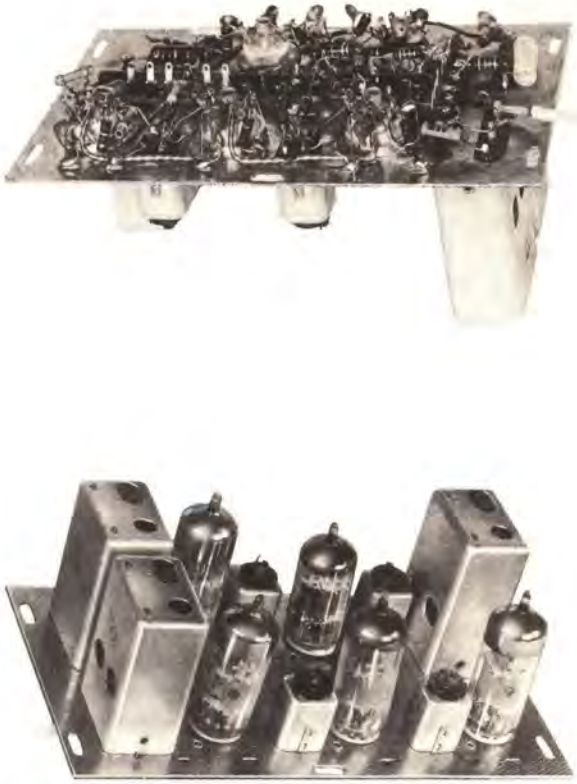


Fig. 8. — Aspecto de una pletina de válvulas en su versión comercial.

El circuito de amplificador es del tipo clásico, muy similar a los empleados normalmente para este menester, con los correspondientes circuitos sintonizados simples o dobles en bobinado, normalmente bifilar, y con las trampas necesarias para reducir o eliminar los riesgos de modulación cruzada.

Con objeto de reducir las realimentaciones pasivas es necesario elegir cuidadosamente los puntos de conexión a masa de los condensadores de desacoplo, en particular para los dos primeros pasos de amplificación.

Normalmente, la parte de amplificación de las dos señales de sonido e imagen en común está compuesta por tres pasos de amplificación. Los dos primeros con control de ganancia (CAG) y el tercero o último con punto fijo de trabajo.

Después de la tercera válvula se efectúa la detección de video y separación de la frecuencia intermedia de sonido.

Es una precaución importante el encerrar el diodo detector junto con sus componentes anejos, dentro de un conjunto metálico, con lo cual se

evita un posible lazo de realimentación con la entrada.

Llegados a este punto disponemos ya de la señal de video detectada, o sea, en condiciones para inyectarla en el amplificador video, que veremos más adelante, y de la frecuencia intermedia de sonido, que amplificaremos con dos pasos de amplificación en frecuencia intermedia, y procederemos a su detección como última operación. Recordemos que se trata de una detección en frecuencia, y al igual que hemos hecho con el detector de video, éste también nos vendrá colocado dentro de un blindaje metálico.

Las únicas conexiones a efectuar serán las entradas y salidas de señal, los filamentos, la alimentación en corriente continua para los circuitos anódicos y en algunos casos una parte del circuito para el CAG de las dos primeras válvulas y del selector de canales.

En el caso de televisores híbridos o totalmente transistorizados, la amplificación en frecuencia intermedia es lógicamente un circuito transistorizado en forma de pletina o con circuito integrado con el conjunto del circuito impreso de la totalidad del televisor.

Normalmente, el amplificador de FI a transistores está formado por tres o cuatro transistores en la parte común de sonido e imagen, y por dos, en la parte de amplificación de la portadora de sonido de 5,5 MHz, obtenida a la salida del detector de video.

Como en el caso anterior, las trampas para la atenuación de la portadora de sonido y rechazo de portadora de canales adyacentes se insertan entre la etapa mezcladora del selector y la primera etapa de FI.

Los detectores de imagen y sonido se colocan apantallados por los motivos ya indicados anteriormente.

El conexionado es tan limitado como en el caso anterior, ya que sólo hay que conectar la alimentación del circuito, junto con las correspondientes entradas y salidas de señal.

Una vez conectada la pletina de FI, dispondremos de dos señales detectadas, la de sonido y la de video. Veamos primero la parte de sonido hasta llegar al altavoz, para después ocuparnos de la amplificación de video y restantes circuitos.

Amplificador audio

Normalmente, la señal del detector de sonido se manda al potenciómetro de control de volumen, casi siempre de 500 KΩ en los televisores de válvulas y de 10 KΩ en los transistorizados o híbridos.

Según la calidad y tipo de aparato, algunas veces llevan además un control de tono progresivo a base de potenciómetro o con tecla o pulsador de dos posiciones «palabra y música».

La primera fase del montaje puede consistir en las conexiones necesarias para ambos controles, recordándose lo conveniente que es efectuar en estos casos la conexión con cable apantallado, preferiblemente de politeno y con cubierta de plástico sobre la trenza que actúa de pantalla.

La pantalla la conectaremos a masa en ambos extremos y tendremos en cuenta la correcta conexión de los mismos en el potenciómetro, de forma que el sonido aumente al girar el botón de volumen en el sentido de las agujas del reloj.

El cable apantallado, procedente del cursor o conexión central del potenciómetro, dará la señal regulada en magnitud a la entrada del amplifica-

Fig. 9. — Módulo amplificador de sonido de válvula para televisión.

dor, el cual, si se trata de un circuito de válvulas, estará formado por una válvula doble «triodo-pentodo», en que el triodo actúa de amplificador previo de tensión y el pentodo como amplificador de potencia.

A la salida del transformador de placa se conectará el altavoz o altavoces, previstos para el aparato en cuestión. En el caso de llevar dos altavoces, uno frontal y otro lateral, la mejor solución puede consistir en la conexión en serie de los mismos, teniendo en cuenta que la suma de sus impedancias sea igual a la prevista como salida del transformador, ya que en caso contrario tendremos una pérdida de fidelidad.

Todo el circuito completo del amplificador audio se encuentra en el mercado montado con su correspondiente portalámparas en una placa de circuito impreso de unos 60 × 40 mm, tal como se indica en la figura 9.

Las conexiones a efectuar se limitan a los cables apantallados, procedentes de los controles de volumen y tono, la conexión de masa, la del positivo de alta tensión, el transformador de salida y los altavoces. Normalmente debe colocarse también un condensador electrolítico de 8 μF/350 V, que actúa de capacidad de desacoplo para la rejilla pantalla del pentodo de salida.

Cuando en vez de un amplificador de sonido de válvulas se trata de uno de transistores, destinado a un circuito híbrido o bien transistorizado, el circuito consta normalmente de cuatro transistores, acoplados en corriente continua, estando el paso final formado por una pareja de transistores complementarios, tal como se puede observar en el esquema de la figura 10, en el cual, por estar los transistores en acoplamiento directo y prescindiendo del transformador de salida, se obtiene una muy buena fidelidad de reproducción.

Como ya hemos indicado anteriormente, los transistores que lo requieren no deben funcionar sin el correspondiente refrigerador. En el caso que nos ocupa, los transistores de salida deberán estar provistos del correspondiente radiador de calor.

El esquema de la figura 10 corresponde a un amplificador de cuatro transistores, capaz de entregar una potencia de un vatio con una tensión de alimentación de 12 voltios. El amplificador en cuestión se monta e incluso se encuentra montado en el comercio sobre un pequeño circuito impreso.

Una vez efectuado el conexionado de entrada de señal con cables apantallados, tal como ya hemos indicado, si el circuito ya está montado, sólo nos resta conectar la parte de alimentación con los 12 voltios y el altavoz o altavoces previstos, te-

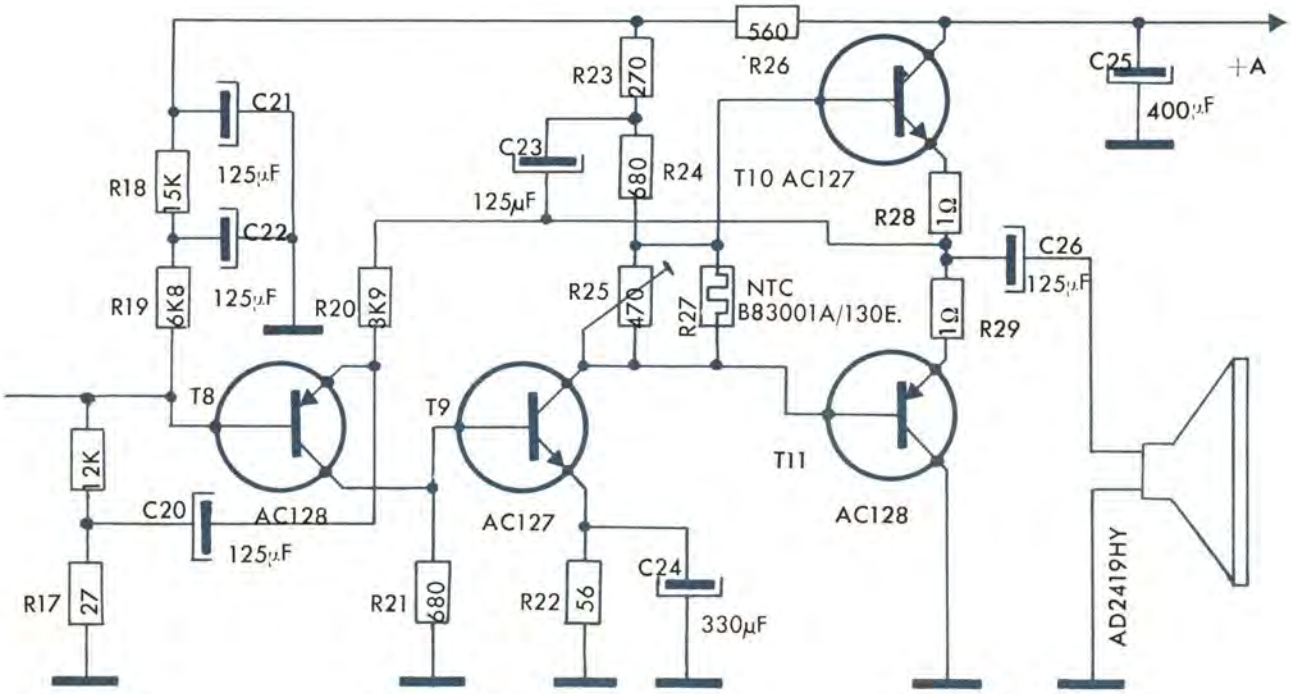


Fig. 10. — Esquema de un amplificador transistorizado de sonido para TV.

niendo en cuenta que hay que respetar la impedancia de salida, pues en caso contrario, además de la pérdida de fidelidad, podemos averiar alguno de los transistores de salida.

En el caso que nos ocupa, la impedancia del altavoz debe ser de 16 ohmios, si se coloca uno, y de 8 ohmios cada uno si se instalan dos conectados en serie.

Finalizada esta parte del montaje, el aparato está en condiciones de reproducir la parte de audio de los programas de televisión. Veamos ahora la parte de video.

AMPLIFICADOR VIDEO Y CONTROL AUTOMATICO DE GANANCIA (CAG)

El amplificador de video es el que amplifica la señal detectada y la lleva del cátodo del TRC para variar la luminosidad o brillo del punto luminoso, de acuerdo con la señal captada en la antena para formar en la pantalla la imagen deseada.

Normalmente, el amplificador video de un televisor de válvulas es la parte pentodo de una válvula triodo-pentodo (el triodo se emplea, como veremos, para el CAG).

La conexión entre la salida del detector video y la rejilla del mando se efectúa por medio de una bobina de pico en paralelo con una resistencia amortiguadora.

En el cátodo de la válvula se coloca, en serie con su conexión a masa, un circuito sintonizado, con objeto de reducir al máximo la amplitud de la frecuencia interportadora de 5,5 MHz, que en caso contrario efectuará una interferencia en la imagen.

Debe tenerse en cuenta que el condensador en paralelo con la bobina del circuito sintonizado de cátodo debe ser de styroflex o de mica, aunque casi siempre viene montado de fábrica en el módulo o en la bobina misma.

El acoplamiento entre la placa del pentodo amplificador de video y el cátodo del tubo de imagen es en corriente continua, con una corrección clásica serie-paralelo, formada por dos pequeñas inductancias con el correspondiente amortiguamiento por resistencia.

Un esquema clásico de amplificador de videofrecuencia, corresponde al indicado en la figura 11, en cuyo montaje se tendrá en cuenta, con todo y adquirirlo montado sobre placa de circuito impreso, que la colocación de las tres inductancias (una de rejilla y dos de placa) conviene efectuarla con conexiones cortas, pero de forma que no puedan influirse mutuamente. Para ello se colocan normalmente en ángulo recto entre ellas y la que va en serie con el cátodo del tubo puede colocarse en las proximidades del correspondiente zócalo, con lo cual se aleja de las otras dos.

La regulación del contraste de imagen se lleva a cabo variando la tensión de la rejilla de la válvula. Por lo tanto, junto con el montaje de esta

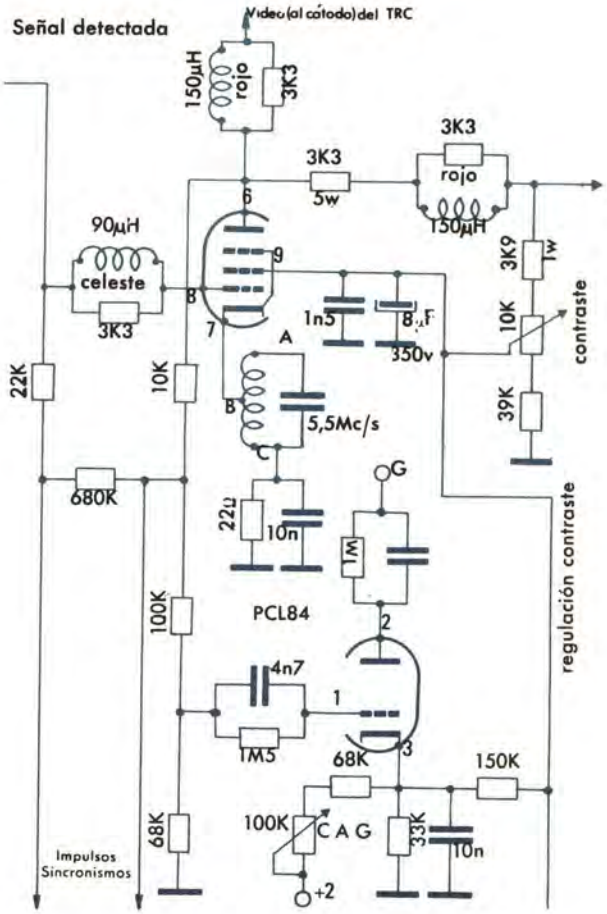


Fig. 11. — Amplificador de videofrecuencia para un televisor de válvulas.

válvula, efectuaremos el conexionado del potenciómetro de contraste.

La parte triodo de la válvula, que estamos comentando, es la que efectúa la función del control automático de ganancia. En el circuito anteriormente indicado se incluye también el conexionado de esta parte del circuito, pudiéndose apreciar su contribución a la regulación del contraste del aparato, mediante la corrección que desde la rejilla-pantalla del pentodo se manda al cátodo del trio-

do de CAG, con lo cual se mantiene constante el nivel de negro en la pantalla del TRC.

Además de esta actuación del triodo, se regula para una determinada posición del mando de contraste a la tensión negativa, aplicada a las etapas de RF y FI, actuando de reguladora de ganancia.

La alimentación de placa se obtiene por medio de una VDR al ser atravesada por la corriente asimétrica de los impulsos de retroceso de línea.

El conexionado de esta parte del circuito puede efectuarse sin ninguna dificultad, adquiriendo el correspondiente módulo, montado sobre circuito impreso, en cuyo caso solamente deberán efectuarse las conexiones ya indicadas para el pentodo de video y las tomas necesarias para la conexión del triodo de CAG.

En la figura 12 se indica un conjunto amplificador video-triodo CAG, de tipo comercial con la correspondiente válvula.

En el caso de circuitos híbridos el amplificador de video es prácticamente idéntico al descrito, recomendándose las mismas precauciones de montaje que ya hemos indicado anteriormente, mientras que el circuito de control automático de ganancia es transistorizado.

Cuando se trata de un televisor totalmente transistorizado, el amplificador de video comprende normalmente dos etapas, un paso «seguidor de emisor», que actúa además como amplificador de la frecuencia intermedia de sonido, con circuito resonante en el colector y toma en el mismo para la conexión a la base del transistor de salida de video. Como puede apreciarse en los esquemas generales es prácticamente idéntico al descrito anteriormente para el pentodo; en caso de tenerlo que montar se recordarán las precauciones en cuanto a las inductancias del circuito que hemos indicado anteriormente.

El montaje de esta parte del circuito, en el caso de tenerla que efectuar, no presenta ninguna dificultad, pues en todo caso deberemos disponer de la placa de circuito impreso necesaria, en la que vendrán indicadas tanto la magnitud y tipo de los elementos a colocar como su posición relativa.

Separador amplificador de sincronismos

Veamos ahora la parte del televisor que separa las señales de sincronismo, necesarias para el gobierno de los amplificadores de línea y de cuadro, bloqueando el ruido y amplificando la señal útil.

Con televisores de válvulas se emplea como separador de sincronismos una válvula heptodo, en

Fig. 12. — Aspecto de una pletina en versión comercial que comprende el amplificador video y la parte de control automático de ganancia.

la cual la señal de video se lleva a la tercera rejilla, a través de un filtro RC que, en combinación con la porción característica de la válvula con corriente de rejilla, reduce los picos de ruido y zumbido de la señal de video.

Los impulsos de ruido de valor excesivo se introducen en la primera rejilla del heptodo. Se obtienen mezclando las señales de placa y de rejilla del pentodo de video, que están en oposición de fase, eliminándose la señal de video y quedando la de ruido de valor elevado.

La tensión de pantalla del heptodo depende del potenciómetro de contraste, con lo cual el espacio de la tercera rejilla varía según la magnitud de los impulsos de sincronismo.

La señal de sincronismo, presente en la placa del heptodo, se lleva a la rejilla del triodo amplificador a través de una red RC, que produce una limitación adicional por corriente de rejilla.

Del ánodo del triodo amplificador se toman los impulsos de sincronismo, necesarios para el gobierno de los amplificadores de línea y cuadro.

En la figura 13 se da el esquema de un circuito típico de separador amplificador de sincronismos. Su montaje no ofrece ninguna particularidad, encontrándose montado en forma de módulo sobre placa de circuito impreso, tal como se ofrece en la figura 14. En este caso las conexiones a efectuar se limitan a la alimentación del circuito, las dos entradas de señal de video y las dos salidas de las señales de sincronismo.

Cuando se trata de circuitos híbridos, el separador amplificador es prácticamente idéntico al descrito, si bien en televisores de pequeño tamaño se simplifica, reduciéndolo a la sección de una válvula pentodo, en cuyo caso el circuito se presenta si cabe más fácil de realizar que el anterior, mientras que en circuitos transistorizados las funciones descritas se efectúan por medio de dos transistores de tipo corriente. Si bien no puede decirse en estos casos que existe un bloqueo de ruido, sí al menos se procura insensibilizar al máximo el circuito contra él. En el caso del separador amplificador transistorizado, la señal se toma normalmente del seguidor de emisor posterior al detector de video, inyectándose en la base del transistor que se encuentra polarizada fija y automáticamente, de forma que el separador resulte poco sensible a los impulsos de ruido presentes de amplitud mayor que los de sincronismo.

Los impulsos de línea, que aparecen en el colector del primer transistor, se aplican en la base del segundo a través de una red, como ya se hizo con el circuito de válvulas, amplificándose y apareciendo en el colector del segundo transistor, de donde se toman para la sincronización del multivibrador de cuadro y también para el comparador de fase del oscilador de línea, si bien en este caso se amplifican normalmente con anterioridad.

Como en el caso del circuito de válvulas, al montar esta parte del circuito nos limitaremos a la colocación de los componentes en el circuito impreso, con el cuidado suficiente con los transistores y en la colocación y soldadura de los componentes.

En la figura 15 indicamos un caso clásico de separador amplificador de sincronismos transistorizado.

Llegados a este punto del montaje solamente nos falta dar un movimiento al «spot», por medio de los correspondientes amplificadores de cuadro y línea y la alimentación del TRC.

Veamos ahora esta parte del circuito, empezando con el oscilador o multivibrador de cuadro y su correspondiente amplificador.

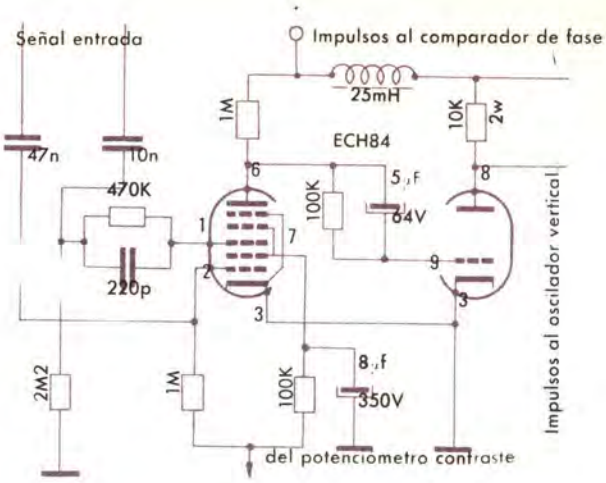


Fig. 13. — Esquema de un típico separador amplificador de sincronismos.

Fig. 14. — Aspecto de un separador-amplificador montado en un pequeño módulo de circuito impreso.

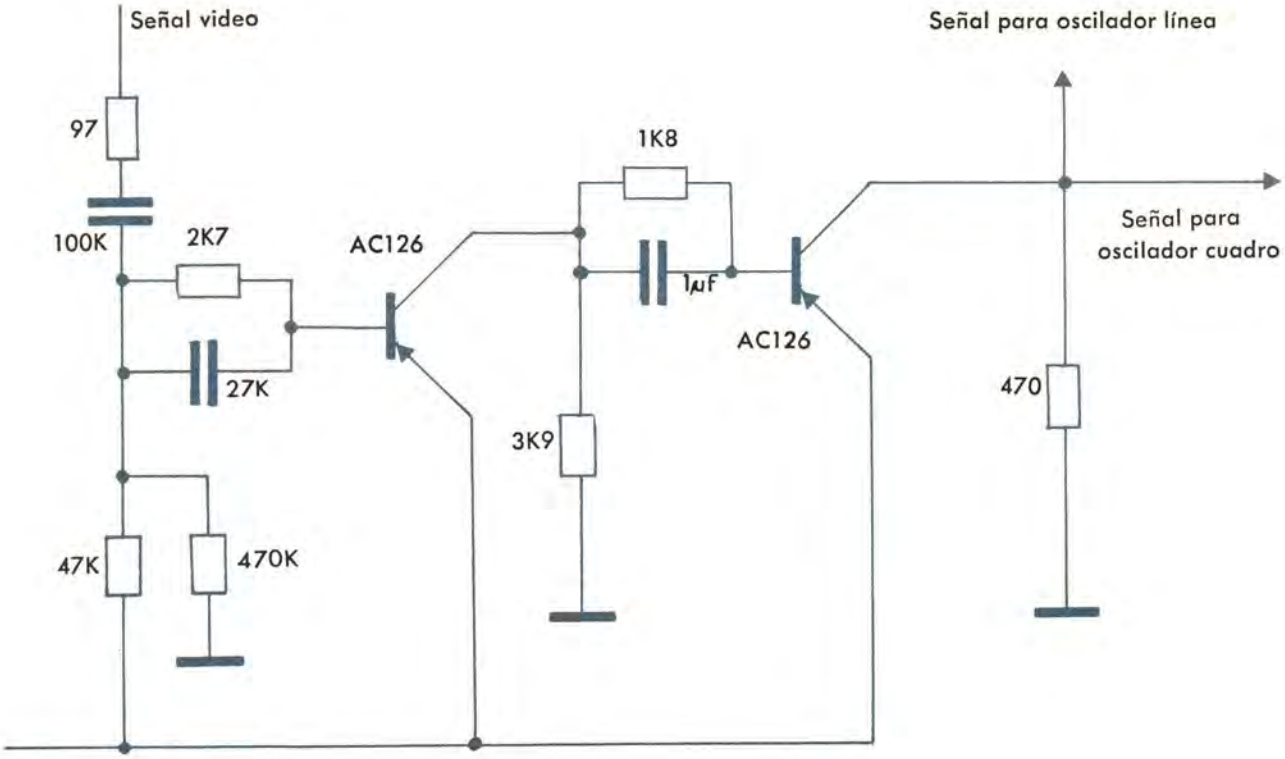


Fig. 15. — Circuito de un típico separador amplificador de sincronismos transistorizado.

Base de tiempo de cuadro

El circuito de cuadro empleado normalmente está compuesto de los televisores de válvulas, de una válvula doble de triodo, pentodo y del transformador de salida.

El triodo funciona como generador capacitivo de dientes de sierra, gobernado por los impulsos del sincronismo.

La parte pentodo funciona como amplificador de salida con el correspondiente transformador, que lleva un devanado adicional para introducir una realimentación negativa.

Con objeto de reducir la influencia de las variaciones de la tensión de red se estabiliza la tensión anódica del triodo por medio de un VDR, además de llevar una resistencia variable en serie, que tiene por objeto regular la amplitud de la frecuencia de cuadro.

El arrollamiento de salida del transformador se acopla a las correspondientes bobinas deflectoras, que llevan incorporada una resistencia del tipo NTC con objeto de obtener una carga prácticamente constante del transformador, a pesar de la variación de temperatura de las bobinas deflectoras.

En el primario del transformador, entre el ánodo y la rejilla-pantalla del pentodo, se conecta una VDR que tiene por objeto reducir los picos de retroceso.

En la figura 16 se muestra un típico circuito de base de tiempo, de cuadro estabilizado, en el cual, además del regulador de amplitud ya indicado, y del de frecuencia, se indican los correspondientes controles de linealidad general y linealidad superior.

Todos los potenciómetros para el control de esta parte del circuito del televisor deben colocarse en lugar accesible, estando previsto por lo general la colocación de los mismos en la parte trasera del chasis del televisor, de forma que sin tener que sacar su tapa posterior puedan regularse con objeto de ajustar la geometría de la imagen en la pantalla, de acuerdo con la carta de ajuste. En todo caso, al menos el de amplitud y regulación de frecuencia, conviene aclarar que éstos deben colocarse de forma que sean accesibles desde el exterior.

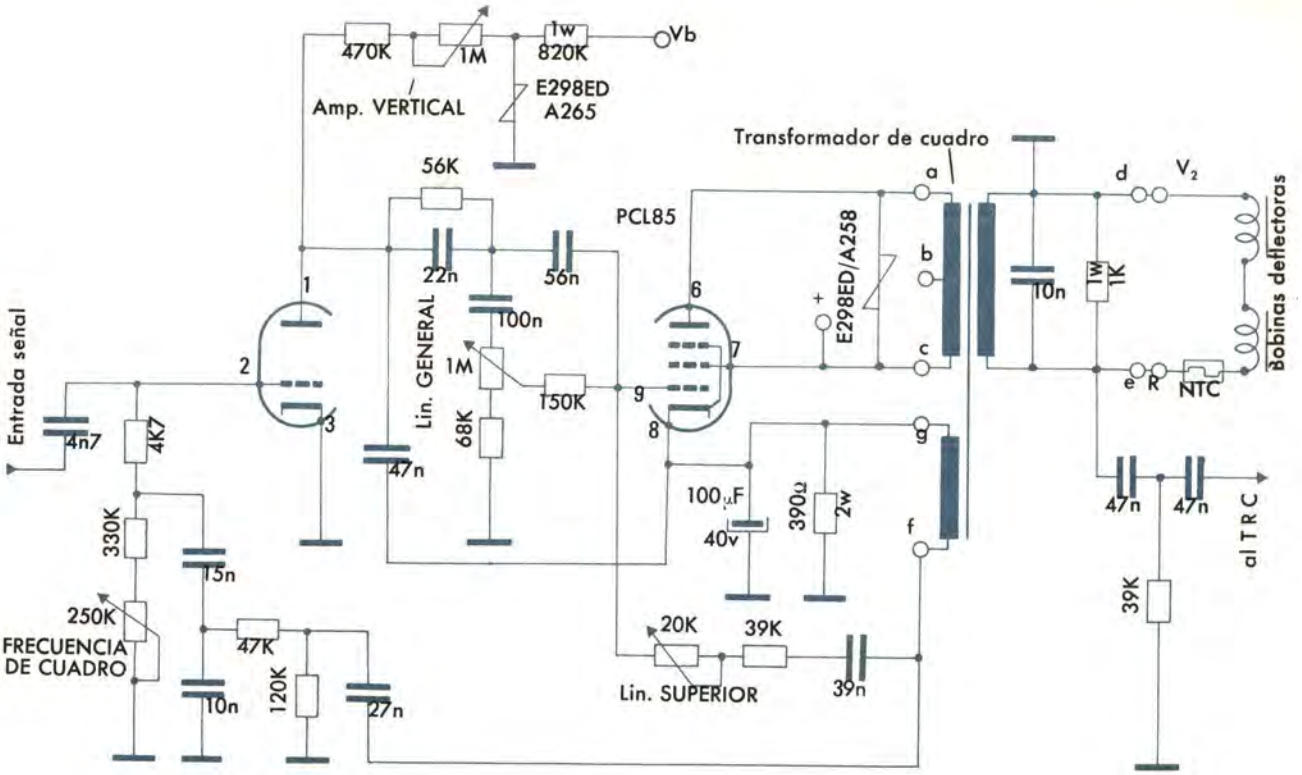


Fig. 16. — Circuito de un oscilador-amplificador de válvula.

Si en vez del circuito de válvulas se trata de un aparato transistorizado, el concepto es el mismo, incluyéndose también los correspondientes controles como hemos indicado anteriormente.

En este caso el oscilador en dientes de sierra está compuesto normalmente por dos transistores seguidos por otros dos para la salida, el último acoplado directamente al transformador de salida, para el borrado de las líneas de retroceso y a las bobinas deflectoras para la exploración vertical del cuadro.

La realización práctica de este circuito debe continuar con las indicaciones ya dadas anteriormente, sobre circuito impreso, en el caso de transistores en montaje de alambrado a mano con las válvulas o adquiriendo el módulo ya preparado como se indica en la figura 17. En este caso, aparte de la alimentación, y entradas y salidas de señal, habrá que proceder siempre a la conexión de los correspondientes potenciómetros de regulación antes indicados.

Fig. 17. — Módulo de un oscilador amplificador para la base de tiempos vertical.

OSCILADOR DE LINEA

Al igual que en el oscilador de cuadro, el oscilador de frecuencia de línea a onda senoidal viene mandado o gobernado por la señal de sincronismo y estabilizado por el comparador de fase y detector de coincidencia.

Esta parte del circuito lleva únicamente como control la regulación de la frecuencia de línea, que se efectúa variando la posición relativa del núcleo de la bobina osciladora, normalmente accesible desde el exterior del aparato y colocada en la parte trasera del chasis.

Un circuito típico de control y oscilador para la base de tiempos horizontal es el indicado en la figura 18, que como en los casos anteriores se encuentra montado en versión comercial como se indica en la figura 19.

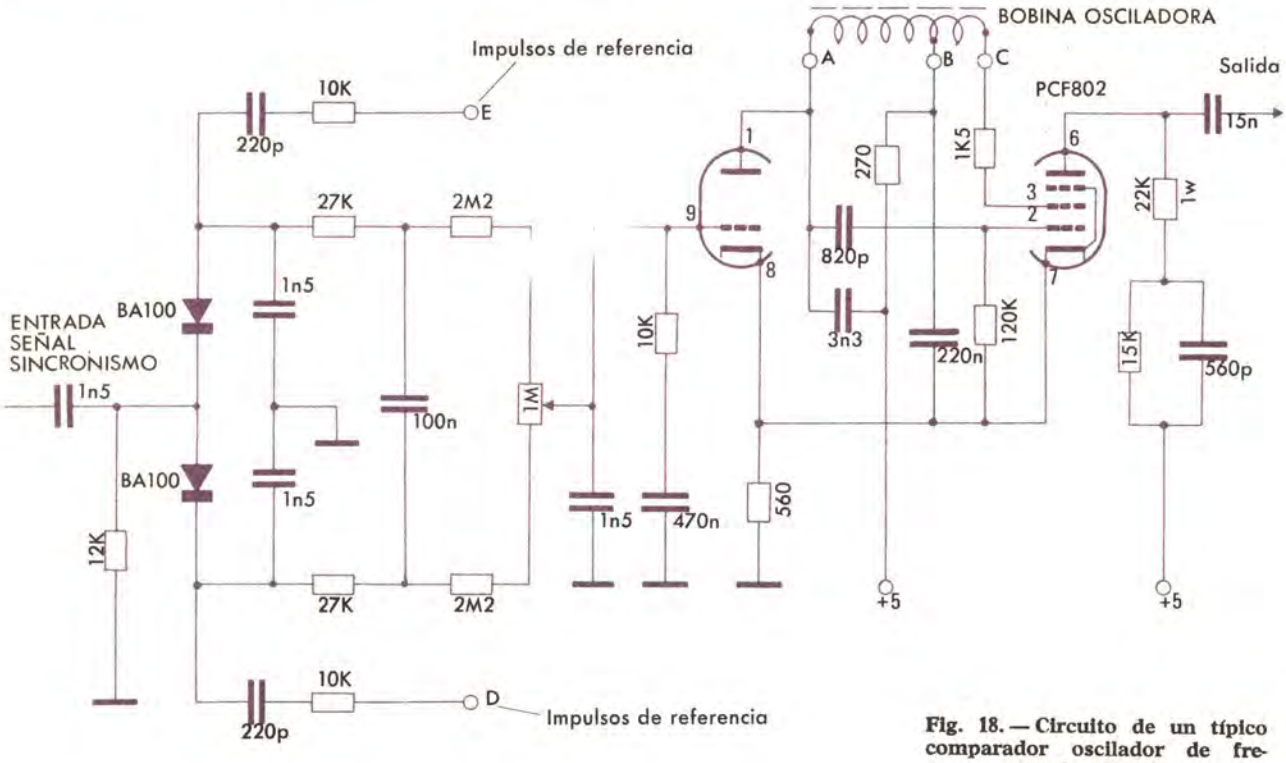


Fig. 18. — Circuito de un típico comparador oscilador de frecuencia de línea.

En el caso de televisores transistorizados, el circuito se presenta algo más complejo, pues las funciones y la obtención de la potencia necesaria para la excitación del transistor de salida de línea no puede realizarse con un reducido número de componentes, pero la función es la misma y el montaje se limitará —caso de tener que efectuarlo— a la adecuada colocación de los componentes en los lugares previstos para ello.

Digamos que en el caso de efectuar el montaje se tendrá en cuenta la indicación; generalmente ya se hace en todos los esquemas, de que los condensadores de la bobina osciladora deben ser de mica o styroflex, con objeto de lograr una buena estabilidad de frecuencia.

Fig. 19. — Módulo de un oscilador comparador en su versión comercial.

SALIDA DE LINEA

El circuito de salida de línea es uno de los que ofrecen mayores dificultades de montaje. Deben tomarse precauciones, ya que no son despreciables tanto la potencia como las tensiones en juego.

Teniendo en cuenta lo anterior, y además señalando que este circuito es una fuente o parte muy frecuentemente sometida a fallos si no se toman especiales precauciones, recomendamos una especial atención durante el conexionado. Hoy en día también se encuentra ya preparado comercialmente esta etapa del televisor (fig. 20).

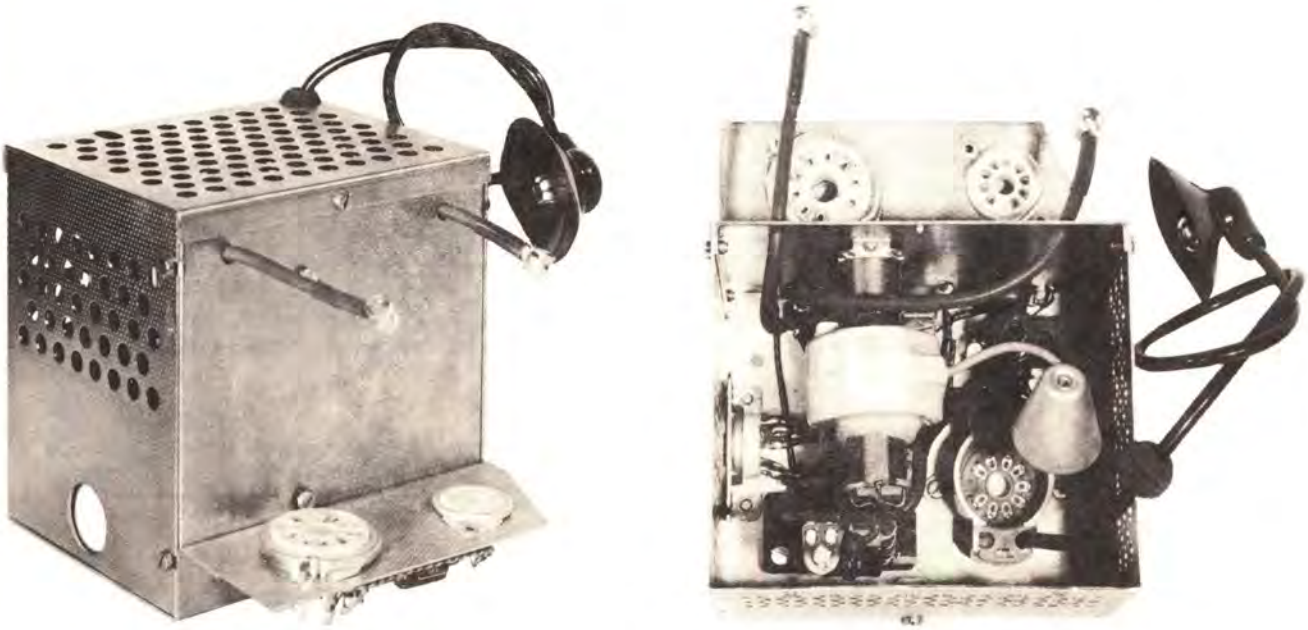


Fig. 20. — «Jaula de MAT» comercial, ya preparada y cableada (Micafix).

El circuito de salida de línea está equipado en el caso de válvulas con un pentodo de potencia, un diodo economizador y un rectificador de alta tensión para la MAT del TRC. Todas estas válvulas están ligadas o relacionadas con el transformador de salida de línea, tal como se indica en la figura 21.

El transformador está especialmente construido para proveer la estibilización (con VDR) del ancho de la imagen y de la MAT contra variaciones de carga y envejecimiento de la válvula de salida de línea. Tanto el transformador como el circuito están previstos para soportar un alto nivel de luminosidad en la pantalla sin distorsión apreciable.

Como se observa en el conexionado del esquema, la unidad desviadora está conectada con el transformador en serie con una inductancia atenuada. Se trata de la unidad de corrección de linealidad, ya descrita.

En cuanto al conexionado, digamos que lo primero será respetar las indicaciones del esquema elegido, referentes a la resistencia bobinada, disipación de las resistencias y condensadores de styroflex y, en especial, el de «Booster» de 56 KpF.

La resistencia de 10 MΩ debe ser de calidad especial recomendándose ponerla de 1 W, de disipación, al igual que las de 1 MΩ y 470 KΩ, si bien en el caso particular de la de 10 MΩ puede incluso, ante la duda de su calidad, colocar dos en serie de 4,7 MΩ/1 W, con lo cual se aumenta la seguridad en su funcionamiento y buen servicio.

Las conexiones del transformador a las caperuzas de las válvulas amplificadora y recuperadora se efectuarán al aire, recordando para la instalación del transformador cuanto ya se dijo al describirlo.

Una parte muy delicada de este montaje lo constituye el conexionado del rectificador de muy alta tensión (MAT). La conexión del ánodo ya es

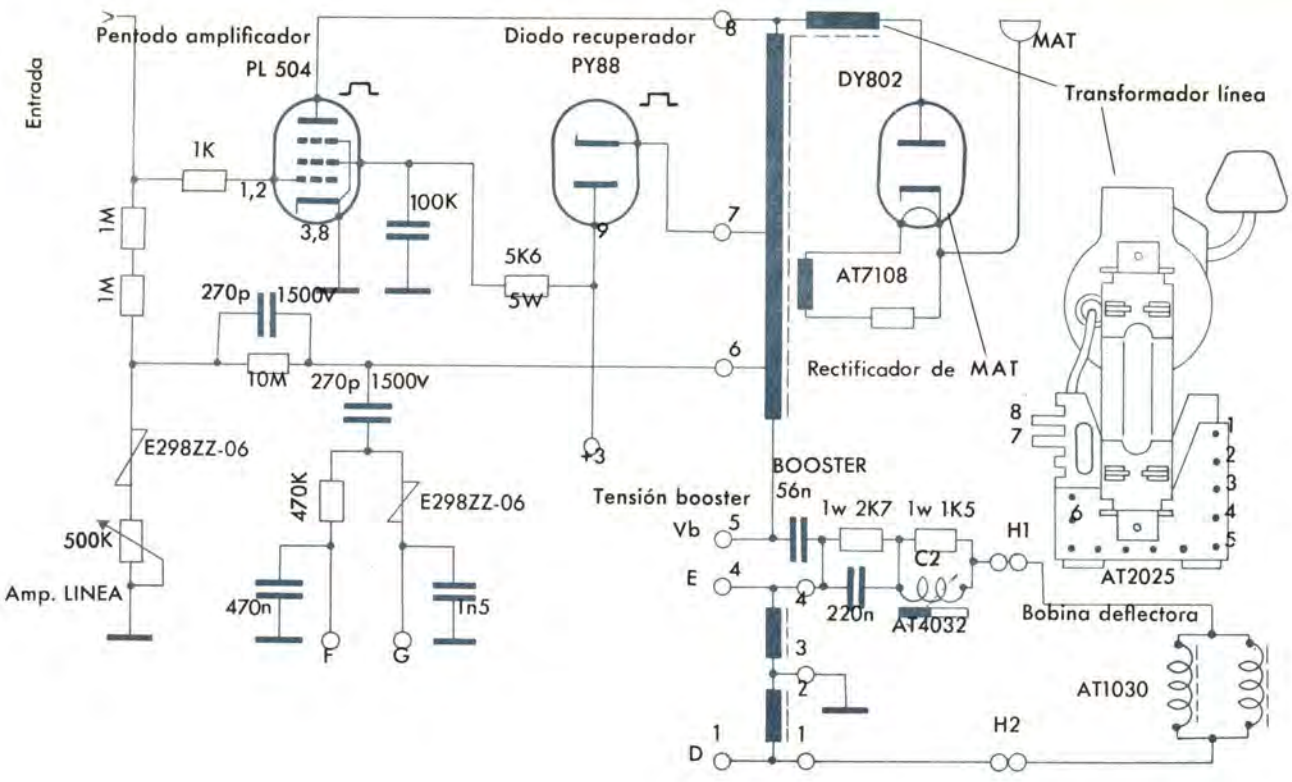


Fig. 21. — Circuito de salida de línea.

especial con caperuza para evitar efluvios. Debe procurarse que su conexión quede lo más separada posible del resto de componentes. La conexión de los filamentos, que además hace de devanado del transformador, se debe efectuar con cable especial muy bien aislado, dando una vuelta al núcleo del transformador y conectando sus extremos a las correspondientes patillas del portaválvulas.

Este cable está en contacto eléctrico con el que alimenta el tubo, como se indica en el esquema, siendo su calidad suficiente para resistir la tensión, siempre que su superficie se apoye en alguna parte metálica conectada a masa; pero si al efectuar este conexionado, sea al dar la vuelta al transformador o al sacar la conexión de MAT del interior de la jaula, donde se colocará como mínimo el transformador y el rectificador, éste se esfuerza, o sea, se dobla excesivamente con radios de curvatura pequeños, ésta será una *segura causa de avería* a mayor o menor plazo.

Se tendrá también en cuenta que tanto la espira para la alimentación del filamento como la conexión del MAT están a una fuerte tensión con relación a la conexión de la caperuza de esta válvula, razón por la cual la separación entre caperuza y juego de cables de MAT se procurará sea la mayor posible.

Mencionemos también que si se emplea alguna regleta para el conexionado de la parte inferior del transformador, ésta debe ser de calidad y no colocarse de forma que puedan tener lugar pequeñas descargas entre sus bornes y el chasis.

Si se tiene en cuenta cuanto hemos indicado esperamos que el mejor de los éxitos culmine la empresa. De todas formas, si al poner el aparato en marcha se notaran efluvios de tensión, recomendamos que con el máximo cuidado —ya que las tensiones son muy altas— se procuren eliminar, puesto que en caso contrario lo más fácil será que se conviertan en avería, y no siempre de poca importancia.

Finalmente, veamos el conexionado del zócalo del tubo de imagen.

CONEXIONADO DEL TRC

Antes de considerar montado el aparato, y en estos casos las precauciones son sabidas en general, para todos los modelos o circuitos, deberemos dar tensión a las diversas rejillas del TRC.

En las figuras 22 y 23 se indica el conexionado convenientemente empleado para este objeto.

Al igual que en el caso anterior recomendamos las atenciones indicadas, en particular con el condensador de 470 KpF, que debe ser para 1.000 voltios y con las resistencias de elevado valor que será buena costumbre colocarlas para 1 W de disipación.

En esta parte del circuito encontramos el regulador de brillo —procederemos a su conexión en el correspondiente mando externo del aparato— y el regulador de enfoque, que puede colocarse en lugar accesible o bien en el previsto por el fabricante, que normalmente lo sitúa en la parte exterior trasera del aparato.

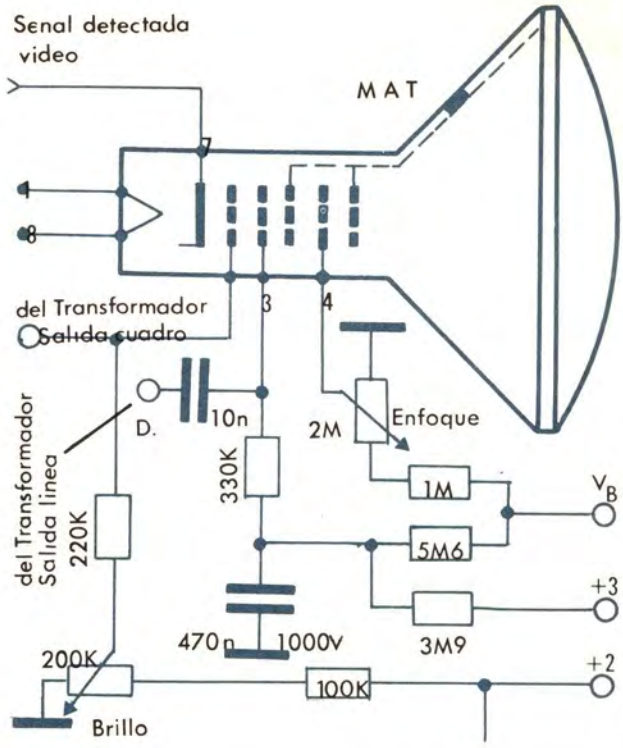


Fig. 22. — Circuito de conexiones en el zócalo del tubo de imagen.

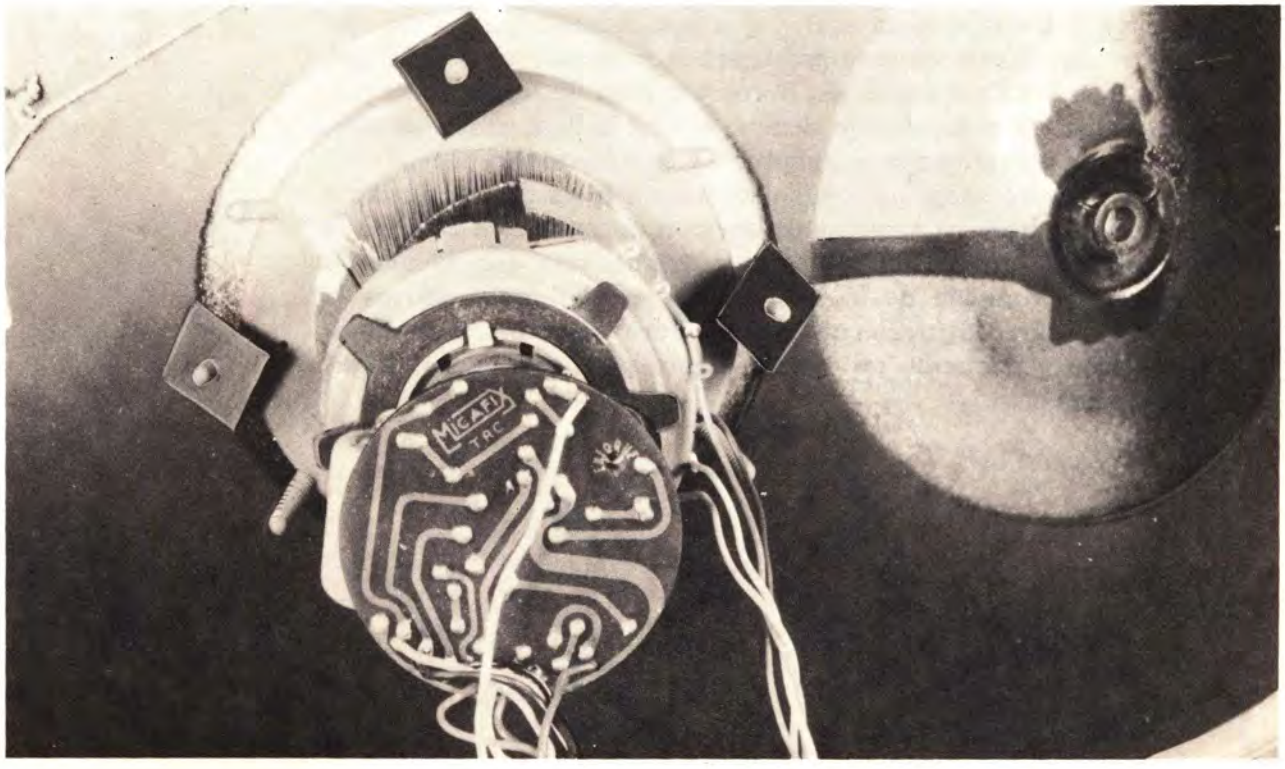


Fig. 23. — Módulo-zócalo de conexiones del TRC.

REPASO

Antes de dar por terminado el montaje, sea cualquiera el tipo de circuito empleado, se deberá proceder a un repaso general, circuito por circuito y soldadura por soldadura. En esta operación se invertirá cierto tiempo, pero si al ponerlo en marcha las cosas resultan como es de esperar, la satisfacción será mayor y quizá nos ahorremos entonces algún deterioro que se hubiera podido producir de no haber subsanado antes algún error de conexión.

EPILOGO

Con este volumen termina su especialización dentro de lo que es el estudio de televisión, y confiamos por esto no haberle defraudado en lo que concierne al programa de estudios. Hemos procurado condensar en estas veinte lecciones la moderna teoría de los receptores de televisión, tanto de los circuitos con válvulas como los transistorizados, inclusive los de TV-Color, sin haber pretendido en ningún caso ceñirnos a tipo alguno en concreto, pero sí dando una idea suficientemente global para percatarse de todas y cada una de las etapas fundamentales constituyentes de un moderno televisor.

Es innegable el progresivo auge de la Electrónica en todas sus múltiples aplicaciones, a pesar de que es dentro de la especialidad de televisión donde es posible intuir mayores sorpresas por lo que concierne al desarrollo y adelantos técnicos. Sabemos que, como buen profesional, su aspiración no se limitará hasta aquí, y que justamente ambicionará nuevas metas y que constantemente procurará incrementar su cultura técnica con la adquisición de revistas, libros y cuanta documentación pueda proporcionarse, a pesar de que siempre tendrá la base suficiente para asimilar cualquier explicación y comprender el vocabulario técnico.

Nuestro objetivo como personas dedicadas a la enseñanza quedaría ampliamente satisfecho si supiéramos que con el estudio de este Curso de AFHA no sólo se han realizado sus proyectos, sino que además se ha afianzado su vocación de técnico, ya que en definitiva esto es la mejor garantía para augurarle un mejor futuro en el ejercicio de su nueva profesión y por tanto un premio seguro para sus muchas horas de constante esfuerzo.